



AGRICULTURA EM BASES AGROECOLÓGICAS E CONSERVACIONISTA

**HIGO FORLAN AMARAL
KÁTIA REGINA FREITAS SCHWAN-ESTRADA
(ORGANIZADORES)**

Atena
Editora
Ano 2020



AGRICULTURA EM BASES AGROECOLÓGICAS E CONSERVACIONISTA

**HIGO FORLAN AMARAL
KÁTIA REGINA FREITAS SCHWAN-ESTRADA
(ORGANIZADORES)**

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

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. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª 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. 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. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª 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. 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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di 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
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
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
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. 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. 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
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
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
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
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. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

A278 Agricultura em bases agroecológicas e conservacionista [recurso eletrônico] / Organizadores Higo Forlan Amaral, Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-86002-07-2

DOI 10.22533/at.ed.072202102

1. Agroecologia – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente – Pesquisa – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Amaral, Higo Forlan. II. Schwan-Estrada, Kátia Regina Freitas.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Agricultura em Bases Agroecológicas e Conservacionista” tem foco e discussão principal sobre técnicas e práticas agrícolas consolidadas e em perspectiva para avanços consistentes na agroecologia e agricultura baseadas no conservacionismo.

O objetivo foi apresentar literatura para assuntos emergentes dentro da temática central da obra, sendo que do capítulo 1 ao 8 os leitores encontraram revisões de literatura sobre homeopatia, alimentação alternativa de animais e insetos, comunicação em agroecologia, novas tecnologias na era 4G, bioativação e remineralizadores de solo. Já do capítulo 9 ao 20 foram apresentados trabalhos e investigações aplicados dentro desses assuntos e outros complementares.

Participaram desta produção científica autores da Universidade Estadual de Maringá, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Universidade Federal do Mato Grosso e Universidade Federal do Paraná.

Os temas diversos discutidos neste material propuseram fundamentar o conhecimento de acadêmicos e profissionais das áreas de agroecologia e agricultura conservacionista e destinar um material que demonstre que essas vertentes agrícolas são consistentes e apresentam ciência de fato.

Deste modo, a obra “Agricultura em Bases Agroecológicas e Conservacionista” apresenta material bibliográfico relevantemente fundamentado nos resultados práticos obtidos pelos diversos pesquisadores, professores, acadêmicos e profissionais que arduamente desenvolveram seus trabalhos que aqui foram apresentados de maneira didática e valorosa para o leitor.

Higo Forlan Amaral
Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada

AGRADECIMENTOS

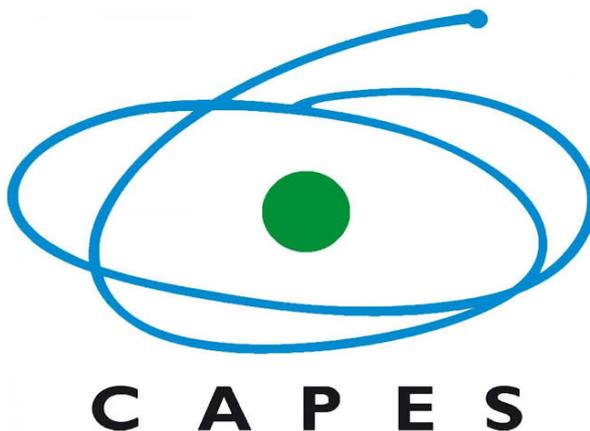
- À Universidade Estadual de Maringá (UEM) e ao Programa de Pós-graduação Profissional em Agroecologia (PROFAGROEC/UEM) pela iniciativa, apoio e incentivo na formação e aprimoramento de profissionais para atuação em Agroecologia.



- À Superintendência Geral de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (SETI-PR), pelo fomento do Programa de Pós-graduação Profissional em Agroecologia da Universidade Estadual de Maringá – PR (PROFAGROEC/UEM).



- À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fomento do Programa de Pós-graduação Profissional em Agroecologia da Universidade Estadual de Maringá – PR (PROFAGROEC/UEM).



- À MICROGEO – Adubação Biológica pelo incentivo e apoio financeiro a este projeto de divulgação científica.



- À Biovalens, empresa do Grupo Vitti, também, pelo incentivo e apoio financeiro a este projeto de divulgação científica.



- Ao Centro Universitário Filadélfia (UniFil) ao fomento dos projetos: “Utilização de Recursos e Técnicas Biológicas para Agricultura Conservacionista”, entre os anos de 2016 a 2019. “Percepção Pública sobre Agricultura Conservacionista, entre os anos de 2018 a 2019.



SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
HOMEOPATIA NA AGRICULTURA	
José Renato Stangarlin	
DOI 10.22533/at.ed.0722021021	
CAPÍTULO 2	14
UTILIZAÇÃO DA FARINHA DE PUPA DO BICHO-DA-SEDA NA ALIMENTAÇÃO DE ANIMAIS MONOGÁSTRICOS: REVISÃO	
Jailson Novodworski	
Valmir Schneider Guedin	
Alessandra Aparecida Silva	
DOI 10.22533/at.ed.0722021022	
CAPÍTULO 3	26
ALTERNATIVAS AGROECOLÓGICAS NA CRIAÇÃO DE ABELHAS <i>Apis mellifera</i> E SUA INFLUÊNCIA NA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DO MEL	
Agatha Silva Botelho	
Lucimar Peres Pontara	
DOI 10.22533/at.ed.0722021023	
CAPÍTULO 4	43
OBSERVATÓRIO AGROECOLÓGICO: UM ESTUDO DA PRODUÇÃO FAMILIAR EM BASE ECOLÓGICA	
Liliana Maria de Mello Fedrigo	
DOI 10.22533/at.ed.0722021024	
CAPÍTULO 5	51
A ERA 4G: NOVA ATUALIZAÇÃO AGRÍCOLA COM NANOTECNOLOGIA EM CAMPO	
Anderson Barzotto	
Stela Regina Ferrarini	
Solange Maria Bonaldo	
DOI 10.22533/at.ed.0722021025	
CAPÍTULO 6	60
BIOATIVÇÃO DO SOLO NO CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS	
Bruna Broti Rissato	
Higo Forlan Amaral	
Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada	
DOI 10.22533/at.ed.0722021026	
CAPÍTULO 7	72
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> NO CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS	
Amanda do Prado Mattos	
Bruna Broti Rissato	
Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada	
DOI 10.22533/at.ed.0722021027	

CAPÍTULO 8	80
REMINERALIZADORES DO SOLO : ASPECTOS TEÓRICOS E PRÁTICOS	
Antonio Carlos Saraiva da Costa	
DOI 10.22533/at.ed.0722021028	
CAPÍTULO 9	96
PHYSICAL AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF RICE (<i>Oryza sativa</i> L.) AND COMMON BEAN SEEDS (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) FROM LANDRACE POPULATIONS CULTIVATED IN TWO QUILOMBO VILLAGES, IN PARANA STATE, BRAZIL	
Rosiany Maria da Silva	
Alessandro Santos da Rocha	
José Ozinaldo Alves de Sena	
Marivânia Conceição de Araújo	
Eronildo José da Silva	
Rosilene Komarcheski	
José Walter Pedroza Carneiro	
DOI 10.22533/at.ed.0722021029	
CAPÍTULO 10	106
USO DE <i>Lachancea thermotolerans</i> CCMA 0763 NO CONTROLE DE OÍDIO E NA INDUÇÃO DE GLICEOLINA EM SOJA	
Luís Henrique Brambilla Alves	
Bruna Broti Rissato	
Rosane Freitas Schwa	
Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada	
DOI 10.22533/at.ed.07220210210	
CAPÍTULO 11	118
RESPOSTA DA ALFACE AMERICANA (<i>Lactuca sativa</i> L.) A ADUBAÇÃO ORGÂNICA À BASE DE ESTERCO BOVINO FRESCO E CURTIDO	
Flávio Antônio de Gásperi da Cunha	
Eurides Bacaro	
Flailton Justino Alves	
Júlio Augusto	
Mitiko Miyata Yamazaki	
Paulo Cesar Lopes	
Rafael de Souza Stevaux	
DOI 10.22533/at.ed.07220210211	
CAPÍTULO 12	126
COMPATIBILIDADE DA INOCULAÇÃO DE <i>Rhizobium tropici</i> EM FEIJOEIRO COMUM EM DIFERENTES TIPOS DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA	
Jonas A. Dário	
Higo Forlan Amaral	
DOI 10.22533/at.ed.07220210212	
CAPÍTULO 13	139
EFEITOS DA ÁGUA TRATADA POR MAGNETISMO E INFRAVERMELHO LONGO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE SORGO	
Leonel A. Estrada Flores	
Carlos Moacir Bonato	

Maurício Antonio Custódio de Melo
Larissa Zubek
Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada

DOI 10.22533/at.ed.07220210213

CAPÍTULO 14 149

PERFIL DO CONSUMIDOR DE FRANGO CAIPIRA NO MUNICÍPIO DE MARINGÁ

José Euripedes Suliano de Lima
Paula Lopes Leme
Jaqueline Paula Damico
Daiane de Oliveira Grieser
Camila Mottin
José Leonardo Borges
Layla Thamires de Oliveira
Ana Cecília Czelusniak Piazza
Alessandra Aparecida Silva

DOI 10.22533/at.ed.07220210214

CAPÍTULO 15 160

CRESCIMENTO MICELIAL DE *Sclerotinia sclerotiorum*, REPERTORIZAÇÃO DE SINTOMAS E CONTROLE DO MOFO BRANCO EM TOMATEIRO POR MEDICAMENTOS HOMEOPÁTICOS

Paulo Cesário Marques
Bruna Broti Rissato
Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada

DOI 10.22533/at.ed.07220210215

CAPÍTULO 16 173

SOLUÇÕES ULTRA DILUÍDAS DE *Calcarea carbonica* e *Silicea terra* NA PREVENÇÃO DE *Cowpea aphid-born mosaic virus* EM MUDAS DE MARACUJAZEIRO AMARELO

Beatriz Santos Meira
Antônio Jussê da Silva Solino
Camila Rocco da Silva
Juliana Santos Batista Oliveira
Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada

DOI 10.22533/at.ed.07220210216

CAPÍTULO 17 186

PROCESSO DE REGULARIZAÇÃO DA PRODUÇÃO AVÍCOLA CAIPIRA EM ASSOCIAÇÃO DE PRODUTORES AGROECOLÓGICOS DO NORTE CENTRAL PARANAENSE

Eric Waltz Vieira Messias
Alessandra Aparecida Silva
Lucimar Pontara Peres

DOI 10.22533/at.ed.07220210217

CAPÍTULO 18 199

ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DE DIFERENTES SUBSTRATOS EM RELAÇÃO À PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DE ALFACE

Gheysa Julio Pinto
José Ozinaldo Alves de Sena
Ivan Granemann de Souza Junior

Antonio Carlos Saraiva da Costa

DOI 10.22533/at.ed.07220210218

CAPÍTULO 19 212

RESPOSTA DE VARIEDADE DE CULTIVO ORGÂNICO DE MILHO EM DIFERENTES FONTES DE ADUBO E INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasilense*

Verônica de Jesus Custodio Peretto
Higo Forlan Amaral

DOI 10.22533/at.ed.07220210219

CAPÍTULO 20 229

DIVERSIDADE BACTERIANA DE UM SOLO OBTIDA AO LONGO DE SUCESSIVAS APLICAÇÕES DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUÍNOS (ARS)

Luana Patrícia Pinto Körber
Guilherme Peixoto de Freitas
Lucas Mateus Hass
Higo Forlan Amaral
Marco Antônio Bacellar Barreiros
Elisandro Pires Frigo
Luciana Grange

DOI 10.22533/at.ed.07220210220

CAPÍTULO 21 240

ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DO COMPOSTO ORGÂNICO, BIOCARVÃO E VERMICULITA PARA A PRODUÇÃO DE SUBSTRATOS

Gheysa Julio Pinto
José Ozinaldo Alves de Sena
Ivan Granemann de Souza Junior
Antonio Carlos Saraiva da Costa

DOI 10.22533/at.ed.07220210221

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 251

ÍNDICE REMISSIVO 252

CAPÍTULO 1

HOMEOPATIA NA AGRICULTURA

Data de aceite: 22/01/2020

José Renato Stangarlin

Universidade Estadual do Oeste do Paraná –
UNIOESTE

Campus de Mal. Cândido Rondon/PR

E-mail: jose.stangarlin@unioeste.br

RESUM: A homeopatia é uma ciência baseada na cura pelo semelhante, utilizando para isso soluções altamente diluídas, as quais podem ativar os mecanismos de defesa vegetal contra patógenos. A indução de resistência em plantas envolve a ativação de mecanismos latentes de defesa em resposta ao tratamento com agentes eliciadores, protegendo de maneiras local e/ou sistêmica contra infecções subsequentes de patógenos. Os mecanismos de defesa vegetal são multicomponentes e altamente eficientes, tendo-se como exemplos proteínas relacionadas à patogênese, fitoalexinas e espécies reativas de oxigênio. Entretanto, o uso da homeopatia para controle de doenças em plantas, e mesmo o uso em outros campos da ciência, requer ensaios com delineamentos experimental e estatístico para atestar cientificamente a sua eficiência. Dessa forma, neste trabalho serão abordados alguns conceitos envolvendo

a interação planta-patógeno, focando em doenças causadas por fungos, bactérias e nematoides; ensaios *in vitro* envolvendo patógenos e medicamentos homeopáticos para verificar ou não atividade antimicrobiana direta; ensaios *in vivo* mostrando o papel da indução de resistência mediada por eliciadores homeopáticos; mecanismos de defesa vegetal envolvidos; e aspectos fisiológicos de alguns medicamentos homeopáticos promovendo o crescimento vegetal.

PALAVRAS-CHAVE: controle alternativo, indução de resistência, soluções ultradiluídas.

HOMEOPATHY IN AGRICULTURE

ABSTRACT: The homeopathy is a science based on the cure by similar and using high diluted solutions, which can induce plant defence mechanisms against pathogens. The induction of resistance in plants involves the activation of defence latent mechanisms in response to the treatment with elicitor agents, protecting against subsequent infection by pathogens, both for local and/or systemic ways. The defence mechanisms of plants against pathogens exist in multiplicity and are extremely efficient. Some of these mechanisms are pathogenesis related proteins, phytoalexins and reactive oxygen species. However, the use of homeopathy for controlling plant diseases, and even in other

fields of science, requires assays with experimental and statistical designs to ensure its efficiency. So, in this lecture will be explained some concepts involving the plant host – pathogen interactions, focusing diseases caused by fungi, bacteria and nematodes; *in vitro* assays involving plant pathogens and homeopathic drugs showing the direct or antimicrobial effect (or not) on them; *in vivo* assays demonstrating the role of induction of resistance mediated by homeopathic elicitors; the possible mechanisms responsible for plant defence against pathogens; and the physiological effects of some homeopathic drugs promoting plant growth.

KEYWORDS: alternative control, resistance induction, highly diluted solutions.

1 | INTRODUÇÃO

Diante do panorama da utilização de pesticidas no país, e dos crescentes casos de intoxicação humana com resíduos de pesticidas e surgimento de populações dos patógenos insensíveis a esses produtos, diversas iniciativas têm sido tomadas para desenvolver, validar e difundir metodologias adaptadas ao sistema agroecológico.

Na região oeste do Paraná podem-se destacar iniciativas tanto para divulgar quanto para capacitar nessas metodologias. Na divulgação tem-se a realização dos I (em 2007), II (em 2009), III (em 2011), IV (em 2014), V (em 2016) e VI (em 2018) “Encontro Regional de Controle Alternativo”, organizados pelo nosso “Grupo de Pesquisa Controles Biológico e Alternativo em Fitossanidade” (COBALFI).

Na área de Homeopatia, foram realizados em 2011 o I Curso de Homeopatia Popular (144 horas e 37 concluintes); em 2013 o II Curso de Homeopatia na Agropecuária (150 h e 64 concluintes), em 2015/2016 o III Curso de Homeopatia na Agropecuária (150 h e 72 concluintes); em 2016/2017 o Curso de Homeopatia na Agropecuária para o corpo técnico da Biolabore (160 h e 35 concluintes); também em 2017 IV Curso de Homeopatia na Agricultura (180 h e 43 concluintes); e em 2018/2019 o V Curso de Homeopatia na Agricultura (200 h e 48 concluintes).

Adicionalmente também foram realizados o II, III e IV “Seminário Regional de Homeopatia na Agropecuária” em 2012, 2014 e 2016, respectivamente, eventos estes em parceria da UNIOESTE – campus Mal. Cândido Rondon, através do nosso grupo de pesquisa COBALFI, com o Centro de Apoio e Promoção da Agroecologia (CAPA), Grupo de Homeopatia Popular do Oeste do Paraná, EMATER, Biolabore, CRESOL e Itaipu Binacional – Programa Cultivando Água Boa. Ainda com relação à ciência homeopática na agricultura, cabe ressaltar a “*II International Conference on Homeopathy in Agriculture*”, realizada em Maringá em 2013, com a participação de diversos grupos de pesquisa do Brasil e exterior, e o “I Seminário Estadual de Homeopatia na Agroecologia” durante o “III Paraná Agroecológico” em 2018 em Foz do Iguaçu. Em termos de contribuição internacional, há os trabalhos do G.I.R.I. -

Com relação à formação de recursos humanos em nível de graduação e pós-graduação tem-se quatro alunos de iniciação científica, seis de mestrado, dois de doutorado e uma supervisão de pós-doutorado pelo grupo de pesquisa COBALFI.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é apresentar aspectos gerais da homeopatia, bem como um histórico do uso dessa ciência na agricultura, com ênfase no controle de doenças em plantas baseado em resultados de nosso grupo de pesquisa.

2 | DESENVOLVIMENTO

2.1 Homeopatia

A Instrução Normativa nº 007, de 17 de maio de 1999, publicada no Diário Oficial da União, legalizou o uso da homeopatia na agricultura orgânica, sendo recomendado tanto para o controle de doenças e pragas como para o re-equilíbrio fisiológico das plantas (BRASIL, 1999).

A homeopatia é uma palavra de origem grega que quer dizer “doença semelhante” (*homoios* = semelhante, *pathos* = sofrimento, doença). É uma ciência criada pelo médico alemão Cristiano Frederico Samuel Hahnemann há mais de 200 anos, que tem sido aplicada com resultados muito positivos em humanos, e mais recentemente em animais, plantas e solo.

Hahnemann deixou quatro princípios fundamentais, que são seguidos até hoje: a cura pelo semelhante; experimentação em seres sadios; doses mínimas e infinitesimais; e medicamento único. O terceiro princípio é o mais questionado, pois em diluições seqüenciais altas, depois de doze vezes mais precisamente, pelo método hahnemaniano (1:100, seguido de succussões), é extremamente improvável, em termos matemáticos, que uma molécula do medicamento esteja presente, pois ultrapassa o Número de Avogadro, que pela Lei da Química, afirma que um mol contém na ordem de 10^{24} moléculas da substância.

A homeopatia para uso em humanos está bastante esclarecida, porém para o uso em vegetais merece muitas elucidações. No entanto, há trabalhos iniciados pela Dra. Carneiro do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) para compor uma Matéria Médica Homeopática das Plantas (CARNEIRO; TEIXEIRA, 2011), os trabalhos do Dr. Casali da Universidade Federal de Viçosa (UFV) organizando a Acológia de Altas Diluições (CASALI et al., 2009) e do Dr. Bonato da Universidade Estadual de Maringá (UEM) com as cartilhas de Homeopatia para a agricultura familiar (BONATO et al., 2012).

Os medicamentos homeopáticos são preparados a partir de substâncias provenientes de animais, vegetais e minerais. A potência ou a quantidade de vezes

que o medicamento foi diluído e sucussionado é indicado por um número, enquanto a letra (ou letras) indica a forma de preparo, como, por exemplo, 30CH (centesimal hahnemaniana). Outra forma de tratar com homeopatia é a recomendação pela isopatia, ou seja, utilização de isoterápicos ou bioterápicos, ou ainda conhecidos por nosódios. Neste caso utiliza-se como fonte o próprio agente causador da doença ou de intoxicação. No caso de tratamento de vegetais, a recomendação tem se dado por analogia à matéria médica humana e utilizando-se de repertorização.

2.2 Exemplos de trabalhos com homeopatia na agricultura

Exemplos de trabalhos com a utilização de medicamentos homeopáticos na agricultura, bem como um breve histórico da utilização dos mesmos, particularmente sobre características agronômicas e controle de pragas, podem ser vistos na revisão de Stangarlin e Toledo (2014).

2.3 Homeopatia no controle de doenças de plantas

Na Índia, Khanna e Chandra (1976) obtiveram resultados significativos no controle de podridão pré e pós-colheita em tomate, causada por *Fusarium roseum*, pela aplicação dos preparados homeopáticos de *Kali iodatum* na 149CH e *Thuya occidentalis* na 87CH. Estes autores avaliaram a qualidade, a palatabilidade dos frutos tratados e a economicidade do tratamento, concluindo haver viabilidade prática e econômica no tratamento homeopático, além da ação profilática e curativa. Posteriormente, tiveram resultados significativos no controle de podridão pós-colheita de goiaba (KHANNA; CHANDRA, 1977), manga (KHANNA; CHANDRA, 1978) e tomate (KHANA; CHANDRA, 1989) pela aplicação de vários produtos homeopáticos em pré e pós-colheita dos frutos. Em 1992, os mesmos autores observaram supressão na respiração dos fungos *Alternaria alternata*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium roseum* e *Gloeosporium psidii* com diversas soluções homeopáticas. Foi verificada ainda uma correlação entre a inibição da germinação dos esporos dos fungos com a taxa de respiração dos mesmos, além de alterações nos teores de ácidos graxos (KHANNA; CHANDRA, 1992).

Kumar e Kumar (1980) verificaram a atividade antimicrobiana de *Cina*, *Spigelia*, *Stannum*, *Sulphur* e *Teucrium*, nas dinamizações 30CH e 200CH, contra *Alternaria alternata*, *Curvularia pallescens* e *Drechslera australiensis*. Houve inibição total da germinação de conídios de *A. alternata* com *Spigelia* 30CH, de *C. pallescens* com *Sulphur* 30CH e 200CH e dos três fungos com *Teucrium* 200CH. Quanto ao crescimento micelial, este foi inibido ou incrementado dependendo do fungo, do medicamento ou da dinamização.

O controle de microrganismos responsáveis por várias contaminações em

produtos armazenados também já foi alvo de pesquisas. Sinha e Singh (1983), na Índia, utilizando-se de vários produtos homeopáticos, verificaram que o *Sulphur* (200CH) inibiu em 100% o crescimento de *Aspergillus parasiticus*, fungo produtor de aflatoxina (toxina que causa danos hepáticos em animais e humanos). A *Silicea terra* e a *Dulcamara* reduziram o crescimento do fungo em 50% e a produção de toxina em mais de 90%. O *Phosphorus* teve pouco efeito na inibição do crescimento do fungo (menos de 10%), mas reduziu em quase 30% a produção de aflatoxina.

Saxena et al. (1987) observaram a inibição de 22 gêneros de fungos associados a sementes de quiabo tratadas com *Thuya occidentalis*, *Nitric acidum* e *Sulphur* na dinamização 200CH.

Verma et al. (1989) utilizaram *Lachesis* e *Chimaphila* (200CH), visando o controle do vírus do mosaico do tabaco (VMT), avaliando a aplicação de medicamentos homeopáticos antes e depois da incubação do vírus, e verificaram a redução de 50% no conteúdo viral nos discos de folhas.

Rolim et al. (2000) demonstraram redução de oídio de tomateiro por *Kali iodatum* 100CH, em casa de vegetação, e aumento no número de folíolos por bioterápico do patógeno *Oidium lycopersici*. Em mudas de macieira, duas pulverizações de *Staphysagria* 100CH em intervalos de 12 dias reduziram a incidência de oídio, causado por *Podosphaera leucotricha* (ROLIM et al., 2001). Rolim et al. (2005) concluíram que *Kali iodatum* 30CH e solução hidroalcoólica a 30% são eficientes em reduzir a incidência de podridão mole pós-colheita em frutos de tomate.

Diniz et al. (2006) utilizaram preparado homeopático obtido de tecido de tomateiro com requeima (dinamização 30CH) para controle de *Phytophthora infestans*. No entanto, a severidade da requeima foi maior nas parcelas testemunha, nas tratadas com a mistura de água e etanol e nas tratadas com o preparado homeopático, e menor nas parcelas tratadas com a calda bordalesa.

Datta (2006) utilizou tintura-mãe de *Cina* e *Cina* na potência 200CH, preparadas a partir de meristemas de plantas em florescimento de *Artemisia nilagirica* (Clarke) Pamp, para controle de *Meloidogyne incognita* em amora (*Morus alba* L.). Os tratamentos foram aplicados na parte aérea das plantas seis dias antes ou seis dias após a inoculação do patógeno. Tanto os tratamentos em pré quanto em pós inoculação reduziram significativamente o número de galhas e a população de nematóides por raízes, além de ter ocorrido incremento na massa fresca e comprimento de parte aérea e raízes, na área foliar, no número de folhas e no conteúdo de proteínas em folhas e raízes.

Sukul et al. (2006) utilizaram *Cina* 30CH (obtida de *Artemisia nilagirica*) e *Santonin* 30CH (um princípio ativo de *A. nilagirica* obtido da Sigma) para controle de *M. incognita* em *Hibiscus esculentus*. Os tratamentos, diluídos para 0,1%, foram aplicados por 10 dias na parte aérea das plantas, iniciando-se sete dias após a

inoculação do patógeno. *Cina* e *Santonin* reduziram o número de galhas e a população de nematóides por raízes, bem como o conteúdo de proteínas nas raízes. *Santonin* reduziu também o conteúdo de água nas raízes, indicando que este tratamento pode ter influenciado canais protéicos radiculares, o que, juntamente com a redução no teor de água, pode ter criado um ambiente desfavorável à infecção.

Rossi et al. (2007), em ensaio na cultura do tomate visando induzir a resistência contra mancha bacteriana, demonstraram a diminuição na severidade da doença no uso de bioterápicos de *Xanthomonas campestris* nas potências 6CH e 24CH, quando aplicados na água de irrigação.

Carneiro et al. (2007) verificaram que os bioterápicos de *A. Solani* nas concentrações 26, 27 e 28CH reduziram a severidade da doença pinta preta em plantas de tomate cultivadas em casa de vegetação.

Rauber et al. (2007) conduziram dois experimentos a campo com batata, ambos em sistemas orgânicos de produção, sendo no primeiro, os tratamentos com os germoplasmas Catucha, Monalisa, Epagri/EEI-004, Panda e Ágata, tratados com *Silicia* 60CH. No segundo experimento, foram usadas as variedades Catucha, Monalisa e Epagri/EEI-004, tratadas com os preparados homeopáticos: *Camomilla* 60CH, *Silicia* 60CH, *Kali* 60CH, *Thuya* 60CH, Nosódio de Requeima 60CH, Água 60CH e as formulações caseiras Calda Bordalesa 0,3% e extrato hidroalcolico de própolis (5 mL L⁻¹). Em ambos, avaliaram-se a incidência de *Phytophthora infestans* (requeima) e *Alternaria solani* (pinta preta). Os resultados mostraram que Catucha foi a mais produtiva e teve menor incidência de doenças. Plantas tratadas com *Thuya* 60CH foram as mais produtivas.

Ferreira et al. (2009) utilizaram nosódio de *Fusarium subglutinans* (12CH) e homeopatia de *Ocimum gratissimum* (alfava-cravo 12CH) para controle de fusariose em abacaxi. No entanto, não houve redução na incidência da doença e o tratamento com homeopatia resultou em sintomas de curvatura de ápice nas folhas.

No trabalho de Meinerz et al. (2010) observou-se incremento na atividade de peroxidase em plantas de tomate tratadas com três aplicações, com intervalos de 72 horas, de *Propolis*, *Sulphur* e *Ferrum sulphuricum* em 6, 12, 30 e 60CH. Neste caso, *Propolis* 30CH superou os tratamentos quando comparadas a 6ª folha tratada e inoculada com *Alternaria solani*, com a 7ª folha apenas inoculada, conferindo caráter sistêmico do tratamento, o que foi observado também na avaliação da severidade da doença pinta preta (TOLEDO et al., 2015).

O efeito de bioterápico de *Alternaria solani* para controle de pinta preta em tomateiro e sobre o desenvolvimento *in vitro* do fungo foi estudado por Carneiro et al. (2010). Nenhum dos tratamentos afetou a germinação de esporos ou o desenvolvimento de colônias do fungo em meio de cultivo, mas os tratamentos 27CH e 28CH reduziram significativamente a doença em 57% e 62%, respectivamente. Por

outro, Boff et al. (2014), trabalhando com esse mesmo fungo *A. solani*, verificaram que os homeopáticos *Arsenicum album*, *Nitricum acidum* e *Staphysagria* nas dinamizações 6, 12, 25, 30, 50, 60, 80 e 100CH, apresentaram efeito fungitóxico, inibindo o crescimento micelial *in vitro*.

Visando o controle de *Pseudomonas syringae* pv. *maculicola* em plantas de couve flor (variedade 'Branca de Neve') e de *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* em repolho (híbrido 'Rampho') foi utilizado *Propolis* 6 e 12CH em uma, duas ou três aplicações (em intervalos de sete dias). Em couve houve redução de 51,37% na severidade da doença para a dinamização de 12CH com três aplicações, enquanto que pra o repolho, as reduções para essa mesma dinamização foram de 53,55% e 66,38% para uma e duas aplicações, respectivamente (LIMA et al., 2011). No entanto, esses mesmos tratamentos quando aplicados em soja não foram eficientes para controle de oídio (CAETANO et al., 2011), mas, para feijoeiro, *Propolis* 12CH aplicado três vezes reduziu em 52,4% a severidade da mancha angular causada por *Pseudocercospora griseola* (BOENKE et al., 2011).

Preparados homeopáticos *Staphysagria*, *Arsenicum album*, *Sulphur*, *Arnica montana*, e preparados em altas diluições de *Solanum lycopersicum* e *Solanum aculeatissimum*, nas escalas decimal (DH) e centesimal (CH) de dinamização hahnemaniana, foram utilizados para manejo de pragas e doenças em tomateiro em sistema orgânico de produção. O preparado de *Arnica montana* 12DH proporcionou a maior produção de frutos de tomateiro a campo. Danos pela broca pequena foram eficientemente reduzidos com aplicação de *Sulphur* 12CH, igualando a *Bacillus thuringiensis*. Em casa de vegetação, o preparado em alta diluição de tomateiro na 12DH suprimiu completamente a incidência de septoriose, enquanto que na 24DH a doença foi drasticamente reduzida (MODOLON et al., 2012).

Swarowski et al. (2014) avaliaram a influência do produto homeopático *Cina*, nas dinamizações 12, 24, 50, 100, 200 e 400CH, no controle do nematoide *Meloidogyne incognita* em tomateiro através de pulverizações semanais na parte aérea das plantas. A *Cina* não apresentou efeito na redução do número de galhas e J₂ presentes nas raízes infectadas, contudo, a dinamização 12CH apresentou o mesmo efeito que o tratamento químico (carbofuran) para o número de ovos presentes nas raízes. *In vitro* não foi observado nenhum efeito nematicida ou nematostático das dinamizações de *Cina* sobre *M. incognita*. Além disso, de forma geral, o tratamento com *Cina* aumentou o volume do sistema radicular e o diâmetro de caule, mesmo na presença do nematoide.

Embora haja vários trabalhos mostrando o efeito de medicamentos homeopáticos no controle de doenças em plantas, em alguns casos, isto não ocorrer. Gonçalves et al. (2014), trabalhando com altas diluições de *Natrum muriaticum* e calcário de conchas sobre incidência e danos de trips, severidade de míldio, teor

de clorofila, produtividade, massa fresca de bulbos e perdas na armazenagem de cebola em sistema de produção orgânica, não encontraram nenhuma redução na severidade dessa doença.

Oliveira et al. (2014), estudando o efeito indutor de resistência em feijoeiro tratado com preparações homeopáticas de *Corymbia citriodora*, *Calcarea carbonica*, *Silicea* e *Sulphur*, nas dinamizações 12, 24, 30 e 60CH, verificaram incremento na atividade das enzimas peroxidase, catalase, quitinase e β -1,3 glucanase. Adicionalmente, os tratamentos com *Corymbia* e *Calcarea* foram capazes de induzir a síntese da fitoalexina faseolina.

Toledo et al. (2015) avaliaram o efeito de *Sulphur* e *Ferrum sulphuricum* no controle da doença pinta preta em tomateiro. Os resultados mostraram que *Sulphur* em 12 e 30CH minimizaram a severidade da doença aos dez dias após a inoculação do patógeno causador da doença *Alternaria solani*, e aos 14 dias após a inoculação para 6 e 30CH. *Ferrum sulphuricum* em 12 e 60CH reduziram a severidade aos dez dias e em 12 e 30CH aos quatorze dias, porém não foi observado indução de resistência sistêmica.

O controle da podridão cinzenta da haste (*Macrophomina phaseolina*) em soja foi estudado por Lorenzetti et al. (2016, 2017) utilizando soluções homeopáticas de *Sulphur*, *Nosódio* de *M. phaseolina*, *Sepia* e *Arsenicum album*, nas dinamizações 6, 12, 24, 36 e 48CH. Para área abaixo da curva de crescimento micelial (AACCM) para o primeiro ensaio, não houve efeito significativo para *Sulphur* e *Nosódio* de *M. phaseolina*; já para o segundo ensaio ao comparar *Sulphur* com o tratamento adicional água, verificou-se uma redução de 14% e 15% para as dinamizações 12 e 48CH respectivamente. Para a quantidade de micro-escleródios de *M. phaseolina*, no primeiro ensaio, *Sulphur* mostrou uma redução de até 50%, já *Nosódio* de *M. phaseolina* não apresentou significância para redução de micro-escleródios. No segundo ensaio, *Nosódio* também não demonstrou significância enquanto que *Sulphur* proporcionou uma redução de até 33%. Para área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) em ambos ensaios os medicamentos mostraram-se ineficientes. Utilizando os medicamentos *Sepia* e *Arsenicum album*, para área abaixo da curva de crescimento micelial, *A. album* não apresentou efeito, no entanto, *Sepia* reduziu em até 32% o crescimento. Para micro-escleródios não houve diferença estatística. Para AACPD tanto *Sepia* quanto *Arsenicum album* na dinamização 24CH apresentaram maior redução, sendo esta redução de até 50% se comparado a solução hidroalcoólica. Os tratamentos *Sepia*, *Nosódio* de *M. phaseolina* e *Sulphur* não induziram a síntese de fitoalexinas, ao contrário do medicamento *Arsenicum album* que proporcionou um incremento de até 17% na produção desse composto.

Diluições ultra altas de arsênico (em que não há mais presença dessas moléculas) foram eficazes em todos os experimentos, inibindo a germinação de

esporos em 60%, controlando a doença fúngica nos experimentos *in planta* (eficácia relativa de 42,1%) e, no teste de campo, diminuindo o nível de infecção médio em cabeças de couve flor em 45,7% e 41,6% respectivamente, em plantas inoculadas artificialmente e infectadas naturalmente (TREBBI et al., 2016).

Rissato et al. (2016; 2018) estudaram o efeito de *Calcarea carbonica* e *Phosphorus*, ambos em dinamizações de 6, 12, 24, 36 e 48CH para controle de *Sclerotinia sclerotiorum* em feijoeiro, avaliando a área abaixo da curva de progresso da doença mofo branco e a porcentagem de plantas mortas. Esses autores observaram que *Calcarea carbonica* em 6CH e *Phosphorus* em todas as dinamizações reduziram a intensidade da doença, e que com exceção de *Calcarea carbonica* em 12CH e 24CH, nenhum tratamento reduziu a porcentagem de plantas mortas.

Mioranza et al. (2017) utilizaram o medicamento *Thuya occidentalis* (6, 12, 24, 50, 100, 200 e 400CH) para controle de *Meloidogyne incognita* em tomateiro, e verificaram que os tratamentos não mostraram efeito nematostático e nematicida no ensaio *in vitro*, assim como não influenciaram na eclosão de juvenis. Para os ensaios *in vivo* no ano de 2013, *T. occidentalis* na dinamização de 100CH reduziu a população de J2 nas raízes, e a dinamização de 200CH incrementou o crescimento da planta, aumentando o volume de raiz e massa fresca de frutos do primeiro cacho. Em 2014, o tratamento 100CH diminuiu o número de J2 no solo. Algumas dinamizações aumentaram a atividade de enzimas de defesa vegetal, como peroxidase (24, 50, 200 e 400CH), polifenoloxidase (200CH) e fenilalanina amônia-liase (24 e 50CH). Paralelamente, em análises fisiológicas, não foi encontrada diferença entre os tratamentos para as medidas pontuais de trocas gasosas. Plantas não tratadas e infectadas com nematoide mostraram aumento na fotossíntese líquida e na capacidade de carboxilação, pela curva de resposta à luz. O tratamento com *T. occidentalis* 24CH inibiu o aumento na fixação de CO₂ em plantas de tomate inoculadas com *M. incognita*, proporcionando comportamento semelhante às plantas saudáveis independente da densidade de fótons (MIORANZA et al., 2018).

Outras informações importantes sobre homeopatia na agricultura que merecem atenção podem ser encontradas nas revisões de Teixeira e Carneiro (2017) e de Carneiro e Teixeira (2018).

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar das dificuldades na adaptação do modelo homeopático à racionalidade científica moderna, poucos estudos de qualidade metodológica satisfatória buscam fundamentar os pressupostos homeopáticos (TOLEDO et al., 2011). Para ser ter um panorama dessa situação, em seu artigo de revisão, analisando 35 artigos científicos publicados com o uso da homeopatia em plantas no mundo, Ücker et al.

(2018) verificaram que apenas 37% dos trabalhos tinham um tratamento controle (testemunha) adequado, apenas 11% tiveram repetição do experimento e somente 3% confirmaram o primeiro ensaio.

Dessa forma, embora a homeopatia esteja cada vez mais presente como prática agrícola no contexto do manejo de culturas, ensaios científicos e mesmo experimentações feitas por leigos devem seguir alguns critérios, para que seja validada e mantida em crédito está excelente e eficiente ferramenta.

REFERÊNCIAS

- BOFF, P.; MODOLON, T. A.; BOFF, M. I. C.; MIQUELUTTI, D. J. Mycelium growth of early tomato blight pathogen, *Alternaria solani*, subjected to high dilution preparations. **Biological Agriculture & Horticulture**, v.30, p.1-7, 2014.
- BOENKE, C. J.; MELO, L. E. E.; DAGANI, F. R.; PLACK, V. H.; HENKEMEIER, N. P.; VIECELLI, C. A. Homeopático de própolis para a cultura do feijoeiro. In: VIECELLI, C. A.; MOREIRA, G. C. (Eds.). **Homeopatia no controle de doenças em plantas**. Cascavel: Assoeste/FAG, p.87-98, 2011.
- BOFF, P. **Agropecuária Saudável: da Prevenção de Doenças, Pragas e Parasitas à Terapêutica não Residual**. Lajes: EPAGRI, 80p, 2008
- BONATO, C. M.; SOUZA, A. F.; OLIVEIRA, L. C.; TOLEDO, M. V.; PERES, P. G. P.; GRISA, S.; SAAR, V. V. **Homeopatia simples: alternativa para agricultura familiar**. Marechal Cândido Rondon/PR: Líder, 36p, 2012.
- BRASIL (1999) Instrução Normativa N° 007 de 17 de maio de 1999. Diário da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 19 de maio de 1999 - Seção I, p. 11 a 14. Dispõe sobre as normas para produção orgânica animal e vegetal.
- CAETANO, J. H. S.; CASAGRANDE, C.; SOUZA, G. J.; MORAIS, L.; HENKEMEIER, N. P.; VIECELLI, C. A. Homeopático de própolis para a cultura da soja. In: VIECELLI, C. A.; MOREIRA, G. C. (Eds.). **Homeopatia no controle de doenças em plantas**. Cascavel: Assoeste/FAG, p.57-85, 2011.
- CARNEIRO, S. M. T. P. G.; TEIXEIRA, M. Z.; PIGNONI, E.; CESAR, A. T.; VASCONCELOS, M. E. C. Efeito de um bioterápico na severidade da pinta preta do tomateiro em casa de vegetação. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, p. 244, 2007.
- CARNEIRO, S. M. T. P. G.; ROMANO, E. D. B.; PIGNONI, E.; TEIXEIRA, M. Z.; VASCONCELOS, M. E. C.; GOMES, J. C. Effect of biotherapeutic of *Alternaria solani* on the early blight of tomato-plant and the *in vitro* development of the fungus. **International Journal of High Dilution Research**, v. 9, p. 147-155, 2010.
- CARNEIRO, S. M. T. P. G.; TEIXEIRA, M. Z. Matéria Médica Homeopática das Plantas: boro, manganês e zinco. In: CARNEIRO, S. M. T. P. G. (Ed.). **Homeopatia – Princípios e Aplicações na Agroecologia**. Londrina: IAPAR, p. 195-234, 2011.
- CARNEIRO, S. M. T. P. G.; TEIXEIRA, M. Z. Homeopatia e controle de doenças de plantas e seus patógenos. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 17, n. 3, p. 250-262, 2018.
- CASALI, V. W. C.; ANDRADE, F. M. C.; DUARTE, E. S. M. **Aciologia de Altas Diluições**. Viçosa: UFV, 537p., 2009.
- DATTA, S. C. Effect of *Cina* on root-knot disease of mulberry. **Homeopathy**, v. 95, p. 98-102, 2006.

- DINIZ, L. P.; MAFFIA, L. A.; DHINGRA, O. D.; CASALI, V. W. D.; SANTOS, R. W. S.; MIZUBUTI, E. S. G. Avaliação de produtos alternativos para controle da requeima do tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, p.171-179, 2066.
- FERREIRA, I. C. P. V.; ARAÚJO, A. V.; GOMES, J. G.; SALES, N. L. P. Preparados homeopáticos, extrato de barbatimão e urina de vaca: alternativas para controle da fusariose do abacaxi. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, p. 2948-2951, 2009.
- GONÇALVES, P.A. de S.; BOFF, P.; MENEZES Jr., F. O. G. Efeito de altas diluições de calcário de conchas e *Natrum muriaticum* no manejo fitossanitário, na produtividade e na armazenagem de cebola em sistema orgânico. **Agropecuária Catarinense**, v.27, p.78-82, 2014.
- KHANNA, K. K.; CHANDRA, S. Control of tomato fruit rot caused by *Fusarium roseus* with homeopathic drugs. **Indian Phytopathology**, v. 29, p. 269-272, 1976.
- KHANNA, K. K.; CHANDRA, S. Control of guava fruit rot caused by *Pestalotia psidii* with homeopathic drugs. **Plant Disease Reporter**, v. 61, p. 362-366, 1977.
- KHANNA, K. K.; CHANDRA, S. A homeopathic drug controls mango fruit rot caused by *Pestalotia mangiferae* Henn. **Experientiae**, v. 34, p. 1167-1168, 1978.
- KHANNA, K. K.; CHANDRA, S. Further investigations of the control of storage rot of mango, guava and tomato fruits with homeopathic drugs. **Indian Phytopathology**, v. 3, p. 436-440, 1989.
- KHANNA, K. K.; CHANDRA, S. Effect of homeopathic drugs on respiration of germinating fungal spores. **Indian Phytopathology**, v. 45, p. 348-353, 1992.
- KUMAR, R.; KUMAR, S. Effect for certain homeopathic medicines on fungal growth and conidial germination. **Indian Phytopathology**, v. 33, p. 620-621, 1980.
- LIMA, A. C.; PREZOTTO, A. L.; VIECELLI, C. A.; MOREIRA, G. C.; APOLONI, J. G.; HENKEMEIER, N. P. Homeopático de própolis para as culturas de couve flor e repolho. In: VIECELLI, C. A.; MOREIRA, G. C. (Eds.). **Homeopatia no controle de doenças em plantas**. Cascavel: Assoeste/ FAG, p.39-56, 2011.
- LORENZETTI, E.; STANGARLIN, J. R.; TREIB, E. L.; HELING, A. L.; RONCATO, S. C.; CARVALHO, J. C.; HOEPERS, L.; RISSATO, B. B.; COPPO, J. C.; BELMONTE, C.; KUHN, O. J.; SILVA, I. F. Antimicrobial action against of *Macrophomina phaseolina* and control of the grey stem in soybean by homeopathic remedies *Nosode* and *Sulphur*. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, n.36, p.3412-3427, 2016.
- LORENZETTI, E.; STANGARLIN, J. R.; KUHN, O. J. Antimicrobial activity against *Macrophomina phaseolina* and the control of charcoal rot in soybeans using the homeopathic drugs *Sepia* and *Arsenicum album*. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.84, 2017.
- MEINERZ, C. C.; GHELLER, D.; TOLEDO, M. V.; MULLER, S. F.; STANGARLIN, J. R. Atividade de peroxidase na indução de resistência de tomateiro contra *Alternaria solani* por medicamentos homeopáticos. Anais do XIX Encontro Anual de Iniciação Científica. 2010.
- MIORANZA, T. M.; STANGARLIN, J. R.; MÜLLER, M. A.; COLTRO-RONCATO, S.; MEINERZ, C. C.; INAGAKI, A. M.; SWAROWSKY, R. A.; ESTEVEZ, R. L.; SCHONS, B. C.; KUHN, O. J. Control of *Meloidogyne incognita* in tomato plants with highly diluted solutions of *Thuya occidentalis* and their effects on plant growth and defense metabolism. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 38, p. 2187-2200, 2017.
- MIORANZA, T. M.; INAGAKI, A. M.; MÜLLER, A. M.; STANGARLIN, J. R.; GUIMARÃES, V. F.; KLEIN,

- J.; KUHN, O. J. Gas exchange and photosynthetic light response curves in nematode-infected tomato plants treated with *Thuya occidentalis*. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, p. 583-591, 2018.
- TREBBI, G.; NIPOTI, P.; BREGOLA, V.; BRIZZI, M.; DINELLI, G.; BETTI, L. Ultra high diluted arsenic reduces spore germination of *Alternaria brassicicola* and dark leaf spot in cauliflower. **Horticultura Brasileira**, v. 34, p. 318-325, 2016.
- MODOLON, T. A.; BOFF, P.; BOFF, M. I. C.; MIQUELLUTI, D. J. Homeopathic and high dilution preparations for pest management to tomato crop under organic production system. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 51-57, 2012, 2012.
- OLIVEIRA, J. S. B.; MAIA, A. J.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; BONATO, C. M.; CARNEIRO, S. M. T. P. G.; PICOLI, M. H. S. Activation of biochemical defense mechanisms in bean plants for Homeopathic preparations. **African Journal of Agricultural Research**, v.9, p.971-981, 2014.
- RAUBER, L. P.; BOFF, M. I. C.; SILVA, Z.; FERREIRA, A.; BOFF, P. Manejo de pragas e doenças da batateira pelo uso de preparados homeopáticos e variabilidade genética. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, p. 1008-1011, 2007.
- RISSATO, B. B.; STANGARLIN, J. R.; COLTRO-RONCATO, S.; DILDEY, O. D. F.; GONÇALVES, E. D. V.; BROETTO, L.; KUHN, O. J.; LORENZETTI, E.; MIORANZA, T. M.; FIGUEIRA, E. P. P.; WEBLER, T. F. B.; LAURETH, J. C. U. Control of white mold in bean plants by homeopathic medicines. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, p.2174-2178, 2016.
- RISSATO, B. B.; STANGARLIN, J. R.; DILDEY, O. D. F.; SILVA, C. R.; GONÇALVES-TREVISOLI, E. D. V.; COLTRO-RONCATO, S.; WEBLER, T. F. B.; KUHN, O. J.; ALFREDO, J. A. N.; FOIS, D. A. F.; COPPO, J. C. Fungitoxicity activity of *Phosphorus* and *Calcarea carbonica* against *Sclerotinia sclerotiorum* and control of white mold in common bean (*Phaseolus vulgaris*) with extremely diluted aqueous solutions. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, p. 546-551, 2018.
- ROLIM, P. R. R.; BRIGNANI NETO, F.; SOUZA, J. M. Ação de produtos homeopáticos sobre oídio (*Oidium lycopersici*) do tomateiro. Congresso Paulista de Fitopatologia, 14. Piracicaba/SP, 2001. **Summa Phytophthologica**. 2000.
- ROLIM, P. R. R.; BRIGNANI NETO, F.; SOUZA, J. M. Controle de oídio da macieira por preparações homeopáticas. In: Congresso Brasileira de Fitopatologia, 24 São Pedro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, p. 436, 2001.
- ROLIM, P. R. R.; TÔFOLI, J. G.; DOMINGUES, R. J. Preparados homeopáticos em tratamento pós-colheita de tomate. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 3. Florianópolis/SC, 2005 – 1 CD- Rom. 2005.
- ROSSI, F.; MELO, P. C. T.; PASCHOLATI, S. F.; CASALI, V. W. D. C.; AMBROSANO, E. J.; GUIRADO, N.; MENDES, P. C. D.; AMBROSANO, G. M. B.; SHAMMASS, E. A. Aplicação de bioterápico visando induzir resistência em tomateiro contra mancha bacteriana. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, p. 858-861, 2007.
- SAXENA, A.; PANDEY, M. L.; GUPTA, R. C. Effect of certain homeopathic drugs on incidence of seed-borne fungi and seed germination of *Abelmoschus esculentus*. **Indian Journal of Mycology & Plant Pathology**, v. 17, p. 191-192, 1987.
- SINHA, K. K.; SINGH, P. Homeopathic drugs – inhibitors of growth and aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus*. **Indian Phytopathology**, v. 36, p. 356-357, 1983.
- STANGARLIN, J. R.; TOLEDO, M. V. Indução de resistência em plantas à patógenos por soluções ultradiluídas. In: SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; SILVA, C. M.; MAIA, A. J.; FARIA, C. M. D. R.; COLELLA, J. C. **Indução de resistência em plantas a patógenos**. Maringá: UEM/MPA, 2014, p. 209-231.

SUKUL, N. C.; GHOSH, S.; SUKUL, A.; SINHABABU, S, P. Amelioration of root-knot disease of lady's finger plants by potentized *Cina* and *Santonin*. **Homeopathy**, v. 95, p. 144-147, 2006.

SWAROWSKY, R. A.; STANGARLIN, J. R.; KUHN, O. J.; ESTEVEZ, R. L.; MIORANZA, T. M.; MULLER, M. A. Influence of high dilutions of *Cina* for the control of *Meloidogyne incognita* in tomato plants. **American Journal of Plant Sciences**, v.5, p.3695-3701, 2014.

TEIXEIRA, M. Z.; CARNEIRO, S. M. T. P. G. Efeito de ultradiluições homeopáticas em plantas: revisão da literatura. **Revista de Homeopatia**, v. 80, p. 113-132, 2017.

TOLEDO, M. V.; STANGARLIN, J. R.; BONATO, C. M. Homeopathy for the control of plant pathogens. In: MÉNDEZ-VILAS, A. (Ed.). **Science against microbial pathogens**: communicating current research and technological advances. Badajoz: Formatex, p.1063-1067, 2011.

TOLEDO, M. V.; STANGARLIN, J. R.; BONATO, C. M. Controle da pinta preta e efeito sobre variáveis de crescimento em tomateiro por preparados homeopáticos. **Summa Phytopathologica**, v.41, n.2, p.126-132, 2015.

ÜCKER, A.; BAUMGARTNER, S.; SOKOL, A.; HUBER, R.; DOESBURG, P.; JÄGER, T. Systematic Review of Plant-Based Homeopathic Basic Research: An Update. **Homeopathy**, 2018.

VERMA, H. N.; VERMA, G. S.; VERMA, V. K.; KRISHNA, R.; SRIVASTAVA, K. M. Homeopathic and pharmacopeial drugs as inhibitors of tobacco mosaic virus. **Indian Phytopathology**, v. 22, p. 188-193, 1989.

UTILIZAÇÃO DA FARINHA DE PUPA DO BICHO-DA-SEDA NA ALIMENTAÇÃO DE ANIMAIS MONOGÁSTRICOS: REVISÃO

Data de aceite: 22/01/2020

Jailson Novodworski

Mestrando – Universidade Estadual de Maringá,
Departamento de Agronomia, Mestrado
Profissional em
Agroecologia, Maringá, Paraná, Brasil

Valmir Schneider Guedin

Mestrando – Universidade Estadual de Maringá,
Departamento de Agronomia, Mestrado
Profissional em
Agroecologia, Maringá, Paraná, Brasil

Alessandra Aparecida Silva

Professora - Dr.^a – Universidade Estadual de
Maringá, Departamento de Zootecnia, Mestrado
Profissional em
Agroecologia, Maringá, Paraná, Brasil

RESUMO: Até 2050 a produção de alimentos terá que aumentar em 70% para suprir a demanda alimentar da humanidade, mas, para que isso ocorra, a produção de carnes (aves, suínos e bovinos) deverá dobrar, contudo, o alto custo da nutrição animal é um dos principais obstáculos para esse desenvolvimento e a busca de proteínas alternativas e sustentáveis é uma questão de grande importância que precisa de soluções viáveis a curto prazo. Observa-se uma concordância entre os diversos autores sobre a viabilidade da utilização da farinha de pupa do bicho-da-seda, um subproduto

da sericultura, na alimentação de animais monogástricos uma vez que os resultados das pesquisas tem demonstrando desempenho zootécnico superior com a inclusão da farinha de pupa do bicho-da-seda em substituição à outras fontes proteicas, tanto de origem animal quanto vegetal, sem apresentar interferência na qualidade da carne ou de ovos, contudo, existe carência de bibliografia sobre a utilização da farinha de pupa do bicho-da-seda em substituição ao farelo de soja, tradicionalmente a principal fonte proteica utilizada na alimentação animal, por isso, a presente revisão bibliográfica objetiva trazer conhecimento sobre o potencial de uso da farinha de pupa do bicho-da-seda como fonte proteica alternativa na alimentação de monogástricos, em especial para atender o mercado de alimentos orgânicos e até mesmo agroecológicos, trazendo uma contribuição para o desenvolvimento de novos produtos que agreguem valor à cadeia produtiva da sericultura e para alimentação da humanidade.

PALAVRAS-CHAVE: Nutrição animal, fontes proteicas alternativas, sericultura

USE OF SILKWORM PUPA MEAL IN THE FEEDING OF MONOGASTRIC ANIMALS: REVIEW

ABSTRACT: Until 2050 the food production will have to increase by 70% to meet humanity's

food demand, but for that to occur, meat production (poultry, pork and beef) should double, however, the high cost of animal nutrition is one of the main obstacles for this development and the search for alternative and sustainable proteins is a major issue that needs viable solutions in the short term. There is agreement among the various authors on the feasibility of using silkworm pupa flour, a sericulture by-product, in the feeding of monogastric animals since research results have shown superior zootechnical performance with inclusion of silkworm pupa flour as a substitute for other protein sources, both animal and vegetable, without interfering with the quality of meat or eggs, however, there is a lack of literature on the use of pupal meal in place of soybean meal, traditionally the main protein source used in animal feed, therefore, this literature review aims to bring knowledge about the potential use of silkworm pupa flour as an alternative protein source in feeding of monogastric animal, in particular to serve the organic and even agroecological food market, bringing a contribution to the development of new products that add value to production chain of sericulture and for the nutrition of humanity.

KEYWORDS: Animal nutrition, alternative protein sources, sericulture

1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, a sericicultura é uma importante atividade agroindustrial que contribui substancialmente para a economia rural. Segundo DERAL (2018), o Brasil é o 5° produtor mundial de casulos verdes e de fios de seda, sendo que o “Paraná está se consolidando como o maior produtor de fio de seda de qualidade do mundo” (AEN, 2019). Conforme dados do DERAL (2018), no período de 2001 a 2018 o Paraná foi responsável em média por 84,8% de toda produção nacional, ou seja, o Estado está no centro dessa importante cadeia produtiva e trazendo renda para mais de 1860 trabalhadores rurais, apresentando boas perspectivas de expansão principalmente em pequenas propriedades familiares.

Pennacchio (2016) relata que a seda, um produto obtido a partir dos casulos de bicho-da-seda, pode ser considerada uma fibra ecológica pois apesar de ser produzida em sistema convencional, em sua cadeia produtiva utilizam tecnologias que provocam poucos danos ao meio ambiente, utilizando pequenas quantidades de fertilizantes sintéticos e praticamente sem inseticidas, uma vez que as lagartas do bicho-da-seda são muito sensíveis a utilização das tais agroquímicos.

Sabbag, Nicodemo e Oliveira (2013) com o intuito de avaliar o custo de produção e a viabilidade econômica para a produção de casulos do bicho-da-seda, realizaram um levantamento completo durante todo ciclo produtivo, totalizando nove safras de casulos, as quais foram produzidas entre os meses de setembro de 2011 a maio de 2012 em uma propriedade no Estado de São Paulo. O estudo levou em consideração todos os custos relativos à sericicultura na propriedade, desde a sua instalação

com o plantio das amoreiras e construção do barracão, até a entrega dos casulos à fiação. O produtor recebeu as lagartas no início do terceiro instar, sendo responsável pela criação na propriedade até o final do quinto instar. Os autores concluíram que a atividade apresenta índice de lucratividade superior a 50%, para cada ciclo produtivo (que no Brasil corresponde a 28 dias), comprovando ser uma atividade rentável e viável, proporcionando ainda um rápido retorno de investimento. Oliveira, Santos e Borowiecz (2017) apontam perspectivas de rentabilidades ainda melhores, afirmando que o custo da sericicultura na criada estudada chegou apenas a 30% do montante recebido pelo produtor na entrega dos casulos, proporcionando ao produtor uma renda mensal dentro do período de safra, comprovando ser a sericicultura uma atividade rentável para a agricultura familiar e com um baixo investimento.

Os casulos verdes produzidos pelo *Bombyx mori* segundo Cunha (2007), são compostos de uma casca exterior, onde existe a seda bruta propriamente dita e, em seu interior a crisálida, que, ao final de algum tempo se transforma na mariposa. Após o bicho-da-seda ter completado a sua perfeita transformação em crisálida, os casulos são entregues pelos criadores na fiação, onde é realizado o cozimento e a secagem, sendo que nesse processo ocorre o sacrifício da crisálida (ou pupa) antes que ela se torne mariposa, evitando que o casulo se danifique. Após esses casulos serem fiados e obtido todo o fio de seda, temos como produto desse processo a crisálida, um subproduto da produção de seda que, segundo Cunha (2007) após serem secas corresponde a 16,8% do peso do casulo verde. A farinha de pupa do bicho-da-seda, a qual é obtida a partir da moagem das crisálidas secas possui segundo Lima *et al.* (1990), 54% de PB (proteína bruta), 93 % de MS (matéria seca) e 28% de EE (extrato etéreo), tendo grande potencial para alimentação animal.

Segundo Costa *et al.* (2007), a alimentação representa cerca de 70% do custo da produção dos frangos de corte. No caso de frangos caipiras e orgânicos, existe legislação específica que impõe restrições e proíbe o uso de fontes proteicas de origem animal (Ofício circular DOI/DIPOA nº 007/99), e no caso de orgânicos, também é vedada a utilização de alimentos provenientes de origem transgênica (IN - Nº 46 de 06 de outubro de 2011). Isso acarreta aumento significativo dos custos de produção, pois como a soja é a principal fonte proteica utilizada, existe uma grande dificuldade de se encontrar farelos que não tenham contaminação de grãos provenientes de plantações transgênicas, uma vez 92,3% da soja produzida no Brasil é transgênica (CIB 2018).

A produção de frango caipira segundo Bridi, Muniz e Sampaio (2016), além de diversificar a produção, oferece as famílias proteína de boa qualidade biológica, contribuindo de modo importante tanto na alimentação quanto para a geração de renda na agricultura familiar. Segundo Quinzeiro-Neto (2017), a importância do frango caipira está diretamente relacionada às suas características de rusticidade,

não requerendo grandes estruturas ou cuidados para sua criação e tendo condições de adaptabilidade às mais variadas condições de meio e manejo alimentar. Contudo, a busca por fontes alternativas de alimentos, principalmente energéticos e proteicos é muito importante para o desenvolvimento sustentável da atividade.

A farinha de pupa do bicho-da-seda já vem sendo estudada a muito tempo como fonte alimentar proteica alternativa, principalmente em animais monogástricos, contudo, apesar de conter alto teor de proteína em sua composição, ainda é muito pouco explorada para esse fim no Brasil, de modo que a produção de crisálidas é quase em sua totalidade exportada. O presente trabalho propõe uma revisão com o intuito de trazer conhecimento sobre o potencial de uso da farinha de pupa do bicho-da-seda como fonte proteica alternativa na alimentação de monogástricos, em especial para atender o mercado de alimentos orgânicos e até mesmo agroecológicos.

2 | DESENVOLVIMENTO

2.1 Farinha de pupa do bicho-da-seda na alimentação animal

As fontes de proteínas para a alimentação de galinhas e monogástricos de um modo geral são de origem vegetal e animal. Segundo Sales (2005), as fontes vegetais de proteína também fornecem outros nutrientes importantes, como carboidratos e fotoquímicos, além disso, os vegetais são ricos em fibras alimentares. Por outro lado, a proteína animal é rica em ferro, zinco e vitaminas do complexo B. Portanto, não há como dizer qual é melhor, mas sim que a composição da alimentação com alimentos de ambas as fontes é a ideal.

As normas de produção animal, que instruem sobre a criação de avicultura orgânica e caipira, colocam restrições ou mesmo proibições quanto ao fornecimento de alimentos de origem animal. Embora o farelo de soja seja a principal fonte proteica utilizada na formulação de ração para aves, tem sido cada vez mais importante a utilização de alimentos alternativos, principalmente devido ao alto custo das fontes proteicas tradicionais. Segundo Tonet, Silva e Pontara (2016), a utilização de fontes alternativas, tanto proteicas quanto energética, tornam-se em um dos principais entraves na produção animal em sistema orgânica ou em base agroecológica. Os autores apontaram algumas possibilidades de alimentos alternativos na dieta de monogástricos, concluindo que “os sistemas orgânicos ou agroecológicos se apresentam viáveis”, porém necessitando de mais estudos sobre avaliação nutricional de alimentos alternativos.

Segundo FAO (2013), para alimentar o mundo em 2050 a produção combinada de alimentos terá que aumentar em 70%, de modo que a “produção de carnes (aves, suínos e bovinos) deverá dobrar”, contudo, o alto custo da alimentação é um dos principais obstáculos para esse desenvolvimento. Dessa forma, FAO (2013) desta

que a “busca de proteínas alternativas e sustentáveis é uma questão de grande importância que precisa soluções viáveis a curto prazo, tornando insetos uma opção de alimentação cada vez mais atraente”, além disso, no exoesqueleto de insetos pode ser encontrada a quitina, um polissacarídeo que pode ter um efeito positivo no funcionamento do sistema imunológico das aves, conseqüentemente reduzindo a necessidade de uso de antibióticos.

Atualmente os processos de extração são muito caros e precisam ser desenvolvidos para torná-los rentável e aplicável para uso industrial nos setores de alimentos e rações, dessa forma, com o intuito de contribuir para o desenvolvimento de novos produtos e agregar valor à indústria da sericicultura coreana Ji *et al.* (2015) desenvolveu uma nova tecnologia de processamento para obtenção de farinha de crisálida.

Com o intuito de identificar os níveis aceitáveis de utilização da farinha de pupa do bicho-da-seda na alimentação animal, procurou-se analisar os resultados obtidos por diversos pesquisadores. Lima *et al.* (1990) ao analisar valores de digestibilidade e a composição química e bromatológica de alguns alimentos para suínos, em pesquisa realizada na EMBRAPA–CNPQA, utilizando 96 suínos machos, castrados, sendo 48 em fase de crescimento (peso médio de 27,0 kg) e 48 em fase de terminação (peso médio de 62,0 kg) determinou na farinha de pupa do bicho-da-seda valores de 52,64% de proteína bruta, com um coeficiente de digestibilidade aparente de 87,80%, 27,44% de extrato etéreo, 4,79% de fibra bruta, 3% de matéria mineral e 5.041 kcal/kg de energia metabolizável. Lima *et al.* (1990) conclui que apesar de a farinha de pupa do bicho-da-seda ter se apresentada como um “alimento de excelentes perspectivas para a alimentação de suínos, devido ao odor característico e os cuidados com conservação, tais características podem constituir em empecilhos para o seu uso”, contudo, pesquisas recentes demonstram que o “odor característico” não influenciou no consumo de alimento, no desempenho e nas qualidades sensoriais da carne (ULLAH *et al.* 2018).

Nandeesha (1990), analisou os efeitos de pupas de bicho-da-seda não desengorduradas em dietas de crescimento de carpa comum, (*Cyprinus carpio*), onde foi efetuado a inclusão de farinha de pupa do bicho-da-seda em 4 dietas (0%, 10%, 20% e 30%) em substituição a farinha de peixe, a qual foi utilizada como principal fonte proteica, sendo que as mesmas ainda foram enriquecidas com óleo de sardinha para equiparar os níveis de gordura. O experimento teve duração de 140 dias e o autor constatou uma maior digestibilidade de gordura nas dietas experimentais em relação ao controle, sendo que o aumento do nível de incorporação de pupa levou a um aumento proporcional de crescimento dos peixes, indicando uma possível presença de promotores de crescimento em pupas não desengorduradas, relação esta que o autor menciona ser condizente a outros estudos anteriormente realizados.

Dessa forma, o estudo demonstra claramente a superioridade das pupas em induzir o crescimento de Carpas Comum sem influenciar a qualidade organoléptica em termos de cor, odor, textura e sabor. Concluindo dessa forma, que a pupa não desengordurada do bicho-da-seda pode substituir farinha de peixe na dieta de Carpa Comum, sem afetar crescimento e qualidade.

Rangacharyulu *et al.* (2003) realizou experimento utilizando silagem de pupa do bicho-da-seda em substituição a farinha de peixes em dietas de rohu (*Labeo rohita*) e mrigal (*Cirrhinus mrigala*), ambas consideradas grandes carpas indianas. Os autores relatam que os resultados obtidos indicam claramente que a silagem produzida com a pupa do bicho-da-seda é nutricionalmente superior em comparação a farinha de peixe, resultando em ganho de peso corporal precoce com conversão alimentar mais eficiente.

Em 2009, na Universidade Federal de Tecnologia da Nigéria, Ijaiya e Eko (2009) analisaram os efeitos da substituição da farinha de peixe por diferentes níveis de farinha de pupa do bicho-da-seda em virtude do desempenho, características da carcaça e parâmetros hematológicos de frango de corte. Utilizou-se 5 dietas de 0% a 100% de inclusão de farinha o bicho-da-seda em substituição a farinha de peixe, onde 100% corresponde a 7,33% da formulação da ração. Concluiu-se que o desempenho de crescimento das aves não foi afetado pela utilização da farinha de crisálida, e, devido ao valor econômico de aquisição mais elevado da farinha de peixe em relação da farinha de pupa do bicho-da-seda, os autores constataram a viabilidade econômica de sua utilização.

Seguindo a mesma linha de pesquisa, Dutta A., Dutta S. e Kumari S. (2012) em estudo realizado na Índia em aves capoeira, utilizando pintinhos de 3 dias de idade e submetidos a cinco tratamentos contendo farinha do bicho-da-seda em substituição a farinha de peixe, (níveis de 0%, 25%, 50%, 75% e 100% de inclusão), os quais foram alimentados com as dietas até os 61 dias. Constataram que o custo da ração foi diminuindo gradualmente conforme aumento do nível de farinha do bicho-da-seda, contudo, a utilização de 50% de farinha do bicho-da-seda e 50% de farinha de peixe foi a dieta que teve a melhor eficiência alimentar, ficando muito próximo do tratamento controle com 100% de farinha de peixe, concluindo-se assim a viabilidade da utilização na alimentação de aves, além disso, com um custo relativamente menor em relação a farinha de peixe.

Com objetivo de avaliar o crescimento do Bagre-Africano (*Clarias gariepinus*) utilizando farinha de pupa do bicho-da-seda em substituição a farinha de peixe, Kurbanov *et al.* (2015) em estudo realizado no Uzbequistão, utilizando dietas contendo 0% (controle), 25%, 50%, 75% e 100% de farinha de crisálida, onde os peixes foram alimentados diariamente correspondendo a 5% de seu peso corporal, por um período de 40 dias, onde constatou-se que em todos os níveis de substituição

os peixes tiveram uma taxa de crescimento superior ao tratamento controle. No experimento com 50% de farinha de pupa do bicho-da-seda e 50% de farinha de peixes, obteve-se resultado superior aos demais, dessa forma, o autor conclui que a farinha de bicho-da-seda pode ser uma fonte alternativa de substituição de farinha de peixe em bagre-africano em até 50 % de substituição de farinha de peixe. Na mesma pesquisa, Kurbanov *et al.* (2015) identificaram na farinha de pupa do bicho-da-seda “16 aminoácidos, dos quais nove são insubstituíveis - treonina, valina, metionina, isoleucina, leucina, fenilalanina, histidina, lisina, arginina”.

Cartaxo (2015), em teste realizado com rações para o Acará-disco (*Symphysodon discus*), um peixe ornamental de água doce, determinou o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da proteína bruta da farinha da crisálida do bicho-da-seda, a qual apresentou média de 92,86%, resultado muito semelhante aos 93,34% (CDA) do isolado proteico de soja e superior a ração referência, a qual teve um coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) 91,12%, concluindo que a farinha de pupa do bicho-da-seda é uma fonte proteica altamente digestível para o Acará-disco.

Mesmo comprovando-se cientificamente que as pupas do bicho-da-seda possuem um elevado teor de proteína digestível, com resultados potenciais tanto em rendimentos zootécnicos como em redução no custo final de algumas rações, a maior parte dos trabalhos utilizam a farinha de crisálida em substituições a fontes proteicas tradicionalmente usadas de origem animal, principalmente as farinhas de peixes. Neste sentido esses resultados seriam melhor utilizados na avicultura colonial se a farinha de crisálida fosse comparada com farinhas ou alimentos de origem vegetal uma vez que o Ofício circular DOI/DIPOA nº 007/99, proíbe a utilização de qualquer alimento de origem animal na alimentação de galinhas caipiras no Brasil.

Contudo, em 2016 no Paquistão deu-se início a um importante estudo com o intuito de avaliar o efeito da substituição do farelo de soja por farinha de pupa do bicho-da-seda na fase final de frangos de cortes (22 aos 42 dias de idade), onde foi utilizado 150 frangos de corte (ROSS 308) distribuídos aleatoriamente em 15 grupos e fornecendo-se 5 dietas experimentais (0% (controle), 25%, 50%, 75% e 100%) de farinha de pupa do bicho-da-seda em substituição ao farelo de soja. Porém, o farelo de soja não foi a principal fonte proteica dos tratamentos, este foi limitado a 10% da composição da dieta, de forma que o nível máximo de inclusão de farinha de pupa do bicho-da-seda (100% em substituição ao farelo de soja) ficou em 8% da composição total da dieta, níveis semelhantes aos já estudados, porém em substituição fontes proteicas de origem animal. Nesse estudo, Ullah *et al.* (2017a) constataram que a inclusão da farinha de crisálida influenciou o consumo de ração e o ganho de peso, de forma que a dieta contendo 75% de farinha de pupa do bicho-da-seda e 25% de farelo de soja, obteve-se um maior consumo de ração e conseqüentemente maior ganho de peso corporal, considerando-se ainda que a mesma possui um sabor

agradável e palatável, sendo bem aceita pelas aves. Não foi observada diferenças na qualidade da carcaça e em parâmetros hematológicos, de modo que os autores mencionam que o melhor desempenho dos frangos com a inclusão de 75% de farinha do bicho-da-seda pode estar relacionado ao conteúdo de aminoácidos essenciais, minerais e energia.

Em continuidade, Ullah *et al.* (2017b) realizaram novo estudo utilizando galinhas de postura, onde procurou analisar os efeitos sobre desempenho, digestibilidade aparente, perfil sanguíneo e qualidade do ovo. Nessa pesquisa foram utilizadas 150 galinhas da linhagem Leghorn branco, com 52 semanas de idade, as quais foram divididas em cinco tratamentos, objetivando-se avaliar níveis de inclusão de até 100% de farinha de bicho-da-seda em substituição ao farelo de soja, de forma que o tratamento teve duração de 42 dias. Após analisar os dados do estudo, os autores não verificaram diferenças significativas em nenhuma das variáveis analisadas entre todos os níveis de inclusão, comprovando ser possível a inclusão de até 100% de farinha do bicho-da-seda em substituição ao farelo de soja, contudo, embora não houvesse diferenças significativas ($P > 0,05$) na relação de conversão alimentar (g ração / dúzia de produção de ovos), a inclusão de 50% de farinha de crisálida teve uma produção de ovos um pouco superior, quando compara com o tratamento controle e os outros níveis de inclusão. Outro fator relevante na referida pesquisa foi que ao analisar o perfil de aminoácidos verificou-se que quase todos os aminoácidos essenciais foram observados na farinha de pupa do bicho-da-seda, relatando que a melhor conversão alimentar (g ração / dúzia de produção de ovos) com o nível de substituição de 50% pode ser devido a uma maior oferta de aminoácidos essenciais. Neste sentido, Ullah *et al.* (2017b) relatam que o perfil de aminoácidos da farinha de pupa do bicho-da-seda é superior ao farelo de soja. De acordo com os autores, a farinha de pupa do bicho-da-seda “continha teores mais elevados (g / 100 g de aminoácidos totais) dos aminoácidos essenciais, lisina (7,52), metionina + cistina (4,85), arginina (6,31), fenilalanina (5,58) e valina (5,70)”. Contudo, foi constatado uma deficiência de triptofano na farinha de crisálida, sugerindo a complementação desta na formulação de rações para aves.

Ullah *et al.* (2018) realizaram experimento contendo 250 frangos de corte (ROSS 308) com 1 dia de idade, dividido em 25 grupos com 5 repetições por dieta, onde foram utilizados níveis de inclusão de 0% (controle), 25%, 50%, 75% e 100% de inclusão de farinha de pupa do bicho-da-seda em substituição ao farelo de soja. Além de analisar os efeitos desta substituição, avaliando o desempenho de crescimento, energia e nutrientes metabolizáveis na digestibilidade aparente de frangos de corte na fase inicial, foi efetuado também a determinação da composição química, o perfil de aminoácidos (g / 100 g de aminoácidos totais) e o perfil de minerais da farinha de bicho-da-seda. Os autores constataram que a farinha do bicho-da-seda

é particularmente rica em Zn (222 mg / kg) e Fe (326 mg / kg), além do que os aminoácidos essenciais estavam presentes na farinha de bicho-da-seda com maiores teores (g / 100 g de aminoácidos totais) de lisina (7.52 vs .6.11) e metionina (3.88 vs. 1.40) em relação ao farelo de soja, contudo, foi identificada uma ligeira deficiência em triptofano (1,70). A composição bromatológica indicou que farinha de bicho-da-seda é uma rica fonte de proteína bruta (57,6%), e gordura bruta (23,3%), de forma que ao contrário de outros ingredientes de origem animal, a gordura do bicho-da-seda tem alto teor de ácidos graxos poliinsaturados, notadamente ácido linolênico (18: 3n-3), apresentando também maior energia (4530 kcal / kg) que o farelo de soja (2556 kcal / kg). Dessa forma, Ullah *et al.* (2018) concluíram que a farinha de bicho-da-seda pode ser usado para substituir 75% farelo de soja na ração na fase inicial de frangos de corte e sem afetar qualidade sensorial da carne, de forma que as aves apresentaram um melhor desempenho com a utilização desta proporção de inclusão de farinha de pupa do bicho-da-seda em comparação as demais dietas estudadas. Nos demais itens analisados não ocorreu diferença significativa ($P>0,05$), no que se refere a digestibilidade da matéria seca, proteína, gordura bruta, e cinzas, bem como os parâmetros de qualidade organoléptica não foram alterados. Sendo esses resultados positivos a utilização da pupa na dieta animal uma vez que não diminui o potencial nutricional da dieta e tão pouco altera o sabor ou o odor dos produtos animal produzidos.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando-se em conta os resultados obtidos com a utilização da farinha de pupa do bicho-da-seda na alimentação de animais monogástricos, observa-se uma concordância entre os diversos autores sobre a viabilidade de sua utilização, demonstrando resultados superiores de desempenho com a inclusão da farinha de pupa do bicho-da-seda em substituição as tradicionais fontes proteicas utilizadas, tanto de origem animal quanto vegetal, sem apresentar interferência na qualidade da carne ou de ovos. Além disso, os autores demonstraram que a farinha de pupa do bicho-da-seda possui um perfil de aminoácidos essenciais superior ao farelo de soja, possibilitando uma redução no custo da ração devido ao alto valor agregado dos aminoácidos e a diminuição de sua inclusão por outras fontes com o aumento do nível de inclusão da farinha do bicho-da-seda na dieta. Novos estudos devem ser feitos sobre a utilização da farinha da pupa do bicho-da-seda em substituição ao farelo de soja, tradicionalmente a principal fonte proteica utilizada na alimentação animal, também devem ser realizadas pesquisas para se comprovar a viabilidade de utilização de farinha de pupa do bicho-da-seda em dietas específicas para sistemas de criação em base agroecológica e orgânica, uma vez que, existe proibição de

utilização de alimentação proveniente de origem animal nesses sistemas de criação. Sugere-se ainda estudos sobre a presença de carotenos na composição da farinha de pupa do bicho-da-seda e sua contribuição para coloração vermelha dos ovos, característica essencial nos ovos coloniais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a “Fiação de Seda BRATAC S/A”, a União Europeia (Proyecto SEDA - Process LA/2016/378-553) e a “Superintendência Geral de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior” do Paraná pelo fomento ao Programa de Pós-graduação em Agroecologia – Mestrado Profissional.

REFERÊNCIAS

AEN - Agencia Estadual de Notícias. **Pauta dia 25 – 10h:** 36º Encontro Estadual de Sericultura Em Iretama. Curitiba, 24 jul. 2019. Disponível em: <http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=103000&tit=PAUTA-DIA-25--10H-36o-ENCONTRO-ESTADUAL-DE-SERICICULTURA-EM-IRETAMA>. Acesso em: 27 jul. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 46**, de 06 de outubro de 2011. Diário Oficial [da] União, DF. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Ofício Circular DOI/DIPOA Nº 007/99**, de 19 de maio de 1999.

BRIDI, A. M.; MUNIZ, C. A. de S. D.; SAMPAIO, A. A. B. Produção agroecológica de frangos. **UEL/PET-Zootecnia**, Londrina, 2016. 51p. ISBN 978-85-7846-391-5. Disponível em: <http://www.uel.br/grupo-pesquisa/gpac/pages/arquivos/Producao%20Agroecologica%20de%20frango1.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2019.

CARTAXO, J. W. da S. **Digestibilidade aparente da proteína de alimentos alternativos para o acará-disco (*Symphysodon discus* Heckel, 1840)**. 2015. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Programa De Pós-Graduação Em Zootecnia, Universidade Federal De Sergipe, São Cristóvão – SE, 2015. Disponível em: http://btdt.ibict.br/vufind/Record/UFS-2_ca194d1fe98cd6062f08f32f9b5d3015. Acesso em: 10 jun. 2019.

CIB - Conselho de informações sobre biotecnologia. **20 anos de transgênicos:** benefícios ambientais, econômicos e sociais no Brasil. Redação CIB, 02 de set. de 2018. Disponível em: <https://cib.org.br/20-anos-de-transgenicos/>. Acesso em: 10 jun. 2019.

COSTA, F. G. P. et al. Avaliação do feno de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Paz & Hoffman) na alimentação de aves caipiras. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 3, p. 42-48, 2007. ISSN 0100-316X. Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/2371/237117565007.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2019.

CUNHA, R. M. **Análises técnica e energética da secagem combinada no processamento de casulo do bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.)**. 2007. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP, 2007. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/90708>. Acesso em 11 jun. 2019.

DERAL- Departamento de Economia Rural. **SERICICULTURA NO ESTADO DO PARANÁ. SAFRA 2017/2018 - RELATÓRIO TAKII**. nov. 2018. 49 p. Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2019/sericicultura_2019_v1.pdf. Acesso em 28 jul. 2019.

DUTTA, A.; DUTTA, S.; KUMARI, S. Growth of poultry chicks fed on formulated feed containing silk worm pupae meal as protein supplement and commercial diet. **Online Journal of Animal and Feed Research**, v.2, p. 303-307, 2012. ISSN 2228-7701. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/b7b4/27bdf3fbd071d9a556055368a22723b54a.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2019.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Edible insects: future prospects for food and feed security**. Roma, 2013. 187. ISBN 978-92-5-107595-1. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/018/i3253e/i3253e00.htm>. Acesso em: 11 jun. 2019.

IJAIYA, A. T.; EKO, E. O. Effect of Replacing Dietary Fish Meal with Silkworm (*Anaphe infracta*) Caterpillar Meal on Performance, Carcass Characteristics and Haematological Parameters of Finishing Broiler Chicken. **Pakistan Journal of Nutrition**. v.8. p. 850 – 855, 2009. ISSN 1680-5194. Disponível em: <https://scialert.net/abstract/?doi=pjn.2009.850.855>. Acesso em: 18 jul. 2019.

JI, SANG-DEOK. *et al.* Development of processing technology for edible mature silkworm. **Journal of Sericultural and Entomological Science**. Korea, v. 53, p. 38-43. 2015. DOI:10.7852/JSES.2015.53.1.38. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.7852/jses.2015.53.1.38>. Acesso em: 11 jun. 2019.

KURBANOV, A. R. *et al.* Effect of replacement of fish meal with silkworm (*Bombyx mori*) pupa protein on the growth of *Clarias gariepinus* fingerling. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**. Uzbekistan. 2015. ISSN: 2347-5129. Disponível em: <http://www.fisheriesjournal.com/vol2issue6/Pdf/2-6-11.1.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2019.

LIMA, G. J. M. M. *et al.* Valores de digestibilidade e composição química e bromatológica de alguns alimentos para suínos. **Comunicado técnico 152 /EMBRAPA–CNPISA**, Concórdia, p 1-3, abr. 1990. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/busca-de-publicacoes/-/publicacao/435801/valores-de-digestibilidade-e-composicao-quimica-e-bromatologica-de-alguns-alimentos-para-suinos>. Acesso em: 11 jun. 2019.

NANDEESHA, M. C. Effects of non-defatted silkworm-pupae in diets on the growth of common carp, *Cyprinus carpio*. **Biological Wastes**. Índia. v. 33, p. 17-23, 1990. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/026974839090118C>. Acesso em: 11 jun. 2019.

OLIVEIRA, R. A. de; SANTOS, J. A. dos; BOROVIECZ, S. Análise do custo de produção e do processo produtivo da sericultura: um estudo de caso no Paraná. **Revista do Desenvolvimento regional**. Universidade de Santa Cruz do Sul, v.22, n. 1, Rio de Janeiro, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.17058/redes.v22i1.6074>. Acesso em: 11 jun. 2019.

PENNACCHIO, H. L. Casulo de seda. Conab – Companhia Nacional de abastecimento. **Indicadores da Agropecuária**. Observatório Agrícola, Ano XXV, n. 10, p. 01 -1114, Brasília, out 2016. ISSN: 2317-7535.

QUINZEIRO-NETO, T. **Manual do Sistema de Produção Sustentável de Galinhas Caipiras – (Procap): Orientações básicas para a construção de galinheiros, manejo sustentável e equipamentos**. EMBRAPA Cocais, Brasília – DF, 2017. 82p. ISBN: 978-85-7035-777-9. Disponível em: <http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=1085355&biblioteca=vazio&busca=1085355&qFacets=1085355&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>. Acesso em: 11 jun. 2019.

RANGACHARYULU, P. V. *et al.* Utilization of fermented silkworm pupae silage in feed for carps. **Bioresource Technology**. Elsevier, v. 86. p. 19-32, 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/11045220_Utilization_of_fermented_silkworm_pupae_silage_in_feed_for_carps. Acesso em: 18 jul. 2019.

SABBAG, O. J.; NICODEMO, D.; OLIVEIRA, J. E. M. Custos e viabilidade econômica da produção de casulos do bicho-da-seda. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 187-194, abr./jun. 2013. e-ISSN 1983-4063. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pat/v43n2/v43n2a04>. Acesso em: 11

jun. 2019.

SALES, M. N. G. **Criação de galinhas em sistemas agroecológicos.**, Vitória – ES: INCAPER, 2005. 284 p. ISBN 85-89274-08-X. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/791/1/livrocriacaodegalinhamarciasales.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2019.

TONET, R. M.; SILVA. A. A.; PONTARA. L. P. Alimentos alternativos para aves e suínos em sistemas de produção com base agroecológica. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia.** v.10, n.8, p.628-635, ago. 2016. ISSN: 1982-1263.

ULLAH, R. *et al.* Effect of replacement of soybean meal by silkworm meal on growth performance, apparent metabolizable energy and nutrient digestibility in broilers at day 28 post hatch. **The Journal of Animal & Plant Sciences**, v. 28. p. 1239-1246, 2018. ISSN: 1018-7081. Disponível em: <http://www.thejaps.org.pk/docs/v-28-05/03.pdf>. Acesso em 11 jun. 2019.

ULLAH, R. *et al.* Replacement of soybean meal with silkworm meal in the diets of white leghorn layers and effects performance, apparent total tract digestibility, blood profile and egg quality. **International Journal of Veterinary and Health Science Research.** v.5. p 200-2007, 2017b. ISSN 2332-2748. Disponível em: <https://scidoc.org/>. Acesso em 11 jun. 2019.

ULLAH, R. *et al.* Silkworm (*Bombyx mori*) Meal as Alternate Protein Ingredient in Broiler Finisher Ration. **Pakistan Journal of Zoology**, v.49, p. 1463-1470, 2017a. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/2017.49.4.1463.1470>. acesso em 18 jul. 2019.

ALTERNATIVAS AGROECOLÓGICAS NA CRIAÇÃO DE ABELHAS *Apis mellifera* E SUA INFLUÊNCIA NA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DO MEL

Data de aceite: 22/01/2020

Agatha Silva Botelho

Discente da Universidade Estadual de Maringá,
Mestrado em Agroecologia, Maringá, Paraná,
Brasil

E-mail: botelhoagatha@outlook.com

Lucimar Peres Pontara

Docente da Universidade Estadual de Maringá,
Departamento de Zootecnia, Maringá, Paraná,
Brasil

RESUMO: A apicultura é a criação racional de abelhas. É uma atividade sustentável e rentável. Mostra um rápido retorno de capital, por meio da comercialização do mel, pólen, própolis, geleia real e cera. Considerando que estudos direcionados para a atividade apícola auxiliam na obtenção de produtos de maior qualidade, buscamos conhecer melhor alternativas promissoras para a confecção de caixas padrão Langstroth. O isopor®, sendo um material de baixo custo, inerte, inodoro, alta durabilidade e capacidade isolante térmica, desde que manejado da maneira correta, se torna uma opção sustentável. As análises físico-químicas geram dados que podem ser utilizados no controle de qualidade do mel. Pois, quando os méis se encontram fora dos padrões, ou até mesmo adulterados, suas

propriedades benéficas podem ser afetadas negativamente. Para a determinação da qualidade do mel, são avaliados os parâmetros físico-químicos. As análises físico-químicas indicadas pela legislação brasileira para o controle de qualidade do mel puro de *Apis* são: quanto à maturidade (açúcares redutores, umidade, sacarose aparente), pureza (sólidos insolúveis em água, minerais ou cinzas, pólen), e deterioração (acidez livre, atividade diastásica e hidroximetilfurfural). Esta revisão teve por objetivo destacar aspectos que influenciam no bem-estar das abelhas e como estes refletem na qualidade físico-química do mel, evidenciando alternativas sustentáveis para as caixas, que também favoreçam o manejo do produtor. Pela importância das abelhas ao meio ambiente e ao homem, esta revisão tem significativa relevância, pois difunde o conhecimento sobre a apicultura e a qualidade do mel, no meio acadêmico, bem como gera embasamento para o desenvolvimento de estudos futuros voltados à área.

PALAVRAS-CHAVE: Bem-estar. Estresse. Caixas alternativas. Isopor®.

ABSTRACT: Beekeeping is the rational breeding of bees. It is a sustainable and profitable activity. It shows a rapid return of capital through the sale of honey, pollen, propolis, royal jelly and wax. Considering that studies directed to the

beekeeping activity help to obtain higher quality products, we seek to learn more about promising alternatives for making Langstroth beehives. Styrofoam, being a low cost, inert, odorless material, high durability and thermal insulating capacity, if properly managed, becomes a sustainable option. Physicochemical analyzes generate data that can be used for honey quality control. Because non-standard honey, or even tampered with, their beneficial properties can be negatively affected. To determine the quality of honey, the physicochemical parameters are evaluated. The physicochemical analysis indicated by the Brazilian legislation for the quality control of pure *Apis* honey are: in terms of maturity (reducing sugars, moisture, apparent sucrose), purity (water insoluble solids, minerals or ashes, pollen), and deterioration. (free acidity, diastasic activity and hydroxymethylfurfural). This review aimed to highlight aspects that influence the welfare of bees and how they reflect on the physicochemical quality of honey, showing sustainable alternatives for the beehives, which also favor the management of the producer. Due to the importance of bees to the environment and humans, this review has significant relevance, as it disseminates knowledge about beekeeping and honey quality in the academic environment, as well as provides the basis for the development of future studies related to the area.

KEYWORDS: Welfare. Stress. Alternatives boxes. Isopor®.

1 | INTRODUÇÃO

As abelhas são insetos sociais que vivem em colônias, adaptam-se a diferentes regiões desde que haja abundância de florada. Além de contribuírem na polinização, elas fornecerem um dos mais puros e ricos alimentos naturais, o mel (FREITAS et al., 1999). Em função dos benefícios que o mel traz à saúde, o homem ficou incentivado a praticar a criação racional de abelhas, que é hoje conhecida como apicultura, para abelhas do gênero *Apis* e Meliponicultura para abelhas sem ferrão, pertencentes ao gênero *Melipona* (FREITAS et al., 1999; COSTA et al., 2012).

A apicultura é uma atividade sustentável e rentável pois mostra rápido retorno de capital, por meio da comercialização do mel, pólen, própolis, geleia real e cera (SILVA, E., 2013). É uma das poucas atividades de criação animal que não causa impactos ambientais. No contexto social, ela se destaca como uma boa alternativa ao homem do campo, por ter um baixo investimento inicial, fácil manejo e manutenção que em sua ampla maioria é exercida pela agricultura familiar. Para o meio ambiente, as abelhas são uma das principais espécies polinizadoras, por isso, possuem grande impacto na flora e na produção de alimentos. Outra característica, é a utilização do mel para fins medicinais, como é feito a anos por populações tradicionais brasileiras (MOURA; MARQUES, 2008).

Para facilitar o manejo, os enxames são alojados em colmeias ou caixas. Langstroth, em 1851, descobriu o “espaço abelha”, que é de 6 mm a 9 mm que

permite que elas trabalhem “confortavelmente” nos dois lados dos favos, ou seja, sem prejuízos (ITAGIBA, 1997). A partir desta descoberta, criaram-se as caixas padrão Langstroth, que são colmeias de grande eficiência, utilizada como modelo até hoje, em todo o mundo. Considerando que estudos direcionados para a atividade apícola auxiliam na obtenção de produtos de maior qualidade, uma alternativa promissora, até então utilizados em países europeus é a confecção de caixas modelo Langstroth de isopor®.

O isopor®, é material de baixo custo, inerte, inodoro, de alta durabilidade e capacidade isolante térmica, desde que manejado da maneira correta, se torna uma opção sustentável. Entretanto, quando se propõe a utilização de um material diferente na construção das caixas utilizadas pelas abelhas, devemos juntamente avaliar a influência de fatores ambientais, e do material utilizado para fabricação, no bem-estar das colônias e na qualidade dos produtos produzidos por elas. Entretanto, não há relatos na literatura que comprove a eficiência e a qualidade dos produtos provenientes das caixas de isopor®, assim como ocorre com as feitas com madeira.

O controle da qualidade do mel de abelhas pode ser determinado com dados gerados a partir de análises físico-químicas que, segundo a legislação brasileira, são: umidade, sacarose, açúcares redutores, cinzas, minerais, acidez, atividade diastásica, cor e o hidroximetilfurfural (BRASIL, 2000). Quando os méis se encontram fora dos padrões, ou até mesmo adulterados, suas propriedades benéficas podem ser afetadas negativamente (GOMES et al., 2017). Por isso, a determinação dos parâmetros físico-químicos é de fundamental importância. Estes resultados podem ser comparados com padrões nacionais e internacionais, protegendo o consumidor quanto aos produtos adulterados ou contaminados.

As abelhas melíferas produzem o mel a partir de néctar e exsudações de plantas, que são coletadas, processadas e armazenadas nos favos a uma temperatura entre 30 e 35 °C, este processo resulta em uma substância rica em açúcares (SCHLABITZ et al., 2010). Em geral o mel é composto predominantemente por açúcares, sendo 70% destes monossacarídeos, como frutose e glicose; outros 10% são dissacarídeos, incluindo sacarose; por fim 17 – 20% de água, na qual os açúcares estão dissolvidos (CRANE, 1985). Entretanto, as substâncias presentes e suas quantidades dependem, principalmente, da origem floral (CRANE, 1985).

Considerando que, estudos direcionados para a atividade apícola auxiliam na obtenção de produtos de maior qualidade. Propor novas alternativas, contribui para a potencialização da apicultura, pois melhora desempenho da colônia, podendo gerar um aumento da produção. A revisão teve por objetivo destacar aspectos que influenciam no bem-estar das abelhas e como estes refletem na qualidade físico-química do mel, evidenciando alternativas sustentáveis para as caixas, que também favoreçam o manejo do produtor.

2 | DESENVOLVIMENTO

Este artigo se consistiu em uma revisão bibliográfica, cuja estratégia de busca foram pesquisas nas bases de dados eletrônicas Springer, Science Direct, Wiley Online Library, Ovid e Google Scholar. Seguindo o método retrospectivo, efetuou-se a procura de trabalhos com uma ampla janela de tempo de 1963 a 2019. Foram descartados os trabalhos que não estavam de acordo com o escopo do artigo. Para seleção de trabalhos foram utilizados os descritores: *Apis*, apicultura, caixas, colmeias, alternativas, materiais, agroecologia, mel, qualidade, homeostase, físico-química.

2.1 Criação sustentável de abelhas *Apis mellifera*

O planejamento para um desenvolvimento sustentável nada mais é do que um gerenciamento de recursos, pelo qual a direção e a qualidade das condições ambientais são monitoradas para uma resposta política efetiva (DERANI, 2009). Assim, uma compatibilização da atividade econômica com o potencial do homem e do meio natural, sem exauri-las, são expressões do desenvolvimento sustentável (DERANI, 2009).

A apicultura é uma atividade que engloba todos os requisitos para sustentabilidade, pois é geradora de renda, possui viés social além de contribuir ecologicamente com o meio ambiente (ALCOFORADO-FILHO, 1997). Em comunidades rurais, podem-se encontrar pessoas que mantêm as colônias de abelhas em caixas rústicas de madeira, seja pelo prazer de lidar com as colmeias ou pela utilização do mel (CASTRO, 2001; MODERCIN, 2007). O uso dos produtos produzidos pelas abelhas está presente, por séculos, na vida de muitos povos ao redor do mundo. Para comunidades pequenas e/ou rurais, seus recursos são utilizados na alimentação (larvas, mel, pólen). Também, são fonte de renda ao criador, em decorrência do valor de mercado agregado aos seus produtos e subprodutos, tais como, mel, pólen, própolis e geoprópolis (SILVA; PAZ 2012). Dentre eles, o mel é o produto apícola mais conhecido e considerado o mais fácil de ser explorado, sendo também aquele com maiores possibilidades de comercialização (FREITAS et al., 2004). Além de ser um alimento, é também utilizado em indústrias farmacêuticas e cosméticas, pelas suas conhecidas ações terapêuticas (FREITAS et al., 2004).

2.1 Alternativas Agroecológicas na fabricação de caixas de abelhas

Nos sistemas agroecológicos de produção animal, deve-se respeitar as necessidades do bem-estar dos animais, proporcionando-os manejo nutricional, condições sanitárias e instalações apropriados para que a espécie possa expressar seu comportamento natural de forma saudável. Este aspecto agroecológico é

benéfico tanto ao animal, quanto ao produtor e pode ser aplicado na apicultura.

A criação das abelhas é realizada em colmeias artificiais. Quando as caixas são fabricadas com processos rudimentares, podem ocasionar a contaminação do mel, por proporcionar métodos pouco higiênicos de coleta (MAGALHÃES; VENTURIERI, 2010). O material que é utilizado na fabricação da caixa, também influencia na umidade interna do ninho. Essa umidade afeta diretamente a taxa de eclosão dos ovos, assim para que as abelhas completem seu ciclo de desenvolvimento, é necessário que a umidade relativa do ar, no interior das colônias, esteja em torno de 40% (HUMAN et al., 2006). O excesso de umidade também pode influenciar na qualidade físico-química do mel como características diferentes no sabor, cor, peso específico, solubilidade, maior a predisposição ao desenvolvimento de fungos, leveduras e bactérias, desta forma, afetando seu valor comercial (FELSNER; CANO, 2011; ROLIM et al., 2018).

Caixas inadequadas são responsáveis por causar prejuízos na atividade das abelhas (ITAGIBA, 1997), além de submetê-las a condições de estresse. Ambientes termicamente instáveis consomem uma grande quantidade do mel da colônia, cerca de 2/3 de energia consumida no verão e 4/5 no inverno, redirecionadas para auxiliar as abelhas em mecanismos termorregulatórios, tanto para o aquecimento quanto para o resfriamento do ninho (TAUTZ, 2010). O estresse também pode resultar queda significativa da produção de crias, como mostra o estudo de Guler (2008), em que as colônias submetidas a condições de estresse, não produziram abelhas operárias durante um período de 21 dias. Neste mesmo estudo, constatou-se que essas abelhas tiveram produtividade 55 - 60% menor do que as colônias que não estavam sobre condições de estresse (GULER, 2008). Assim como, também houveram diferenças significativa em alguns parâmetros, físico-químicos, de qualidade do mel, dentre eles umidade e atividade diastásica (GULER, 2008). Sendo assim, não proporcionar condições de bem-estar as abelhas, reflete negativamente na produção e qualidade do mel.

Como visto, o bem-estar das abelhas também está intimamente conectado com o local escolhido para o desenvolvimento do ninho, um ambiente inadequado pode prejudicá-las, podendo influenciar no abandono em massa do enxame. Por isso, empresas especializadas em fabricação de caixas para abelha, já possuem seus padrões, entretanto, pesquisadores buscam aprimorar ainda mais estes recipientes, propondo alternativas em seu formato, componentes e materiais, visando tornar as caixas mais sustentáveis à prática apícola, e ao meio ambiente

A manipulação dos resíduos despejados no meio-ambiente, também é considerada uma prática agroecológica. Dentre elas, a reciclagem é a prática mais difundida e visa minimizar o efeito destes materiais ao ambiente (SILVA, A., 2013). Para reduzir a quantidade de resíduos lançados na natureza, algumas alternativas de

materiais vêm sendo testadas na construção de caixas de abelhas. A espuma vinílica acetinada (EVA) residual da indústria de calçados, foi uma destas alternativas. As caixas fabricadas com EVA mostram uma boa aceitação pelas abelhas, além de demonstrarem um comportamento térmico semelhante à encontrada em caixas feitas com madeira (CAVALCANTI-FILHO et al., 2010).

Celestino et al (2014) ao avaliar caixas feitas com cimento, constatou que o material é uma alternativa positiva ao produtor pela economia de até 30% nos custos de fabricação das caixas, pela fácil produção e durabilidade, entretanto o peso dos ninhos dificultou o manejo e transporte das colmeias. Outro ponto interessante neste estudo, é que não houveram variações significativas de temperatura e umidade entre os tipos de caixa, mas foi observado que as colônias instaladas em caixas de cimento eram sutilmente mais agressivas quando comparadas as das caixas de madeira (CELESTINO et al., 2014). Resultados semelhantes foram encontrados por Cidreira (2003) ao avaliar caixas construídas por argamassa cimento-vermiculita. Porém, neste tipo de caixa foi constatado maior absorção e perda de água, quando comparada a caixa de pinho, além de ser mais frágil, impossibilitando manejo intenso (CIDREIRA, 2003).

A coloração da caixa pode influenciar na temperatura interna do ninho. Cores claras, por refletirem mais a radiação solar que entra, podem proporcionar um ambiente térmico mais apropriado para o desenvolvimento da prole (SOUZA et al., 2016). Um material que atende a esta demanda de coloração e pode ser usado na fabricação de caixas é o isopor®. O isopor® é um material de baixo custo, inerte, inodoro e alta durabilidade, desde que manejado da maneira correta, se torna uma opção sustentável. É um material resistente ao ataque microbiano, pois os microrganismos não foram aptos a projetar novas estruturas enzimáticas capazes de degradar tais polímeros sintéticos (NAIR et al., 2017). Mesmo não sendo biodegradável, é um material reciclável, podendo ser destinado a outros setores da indústria, como obras de construção (MONDAL et al., 2019) ou decompostos de forma ambientalmente correta e barata, utilizando óleos essenciais comerciais, como descrito por Gil-Jasso et al. (2019).

No Brasil, as caixas de isopor® são produzidas pela indústria Termotécnica, e segundo informações do site da empresa, a caixa, chamada de Mais Mel, apresenta uma série de diferenciais em comparação à caixa feita de madeira. Fabricadas no padrão Langstroth, além do design e do isolamento térmico, para atender as necessidades e os hábitos das abelhas, seu peso, mais leve que a de madeira e a ergonomia facilitam a disposição, manutenção e transporte das caixas, além de manter uma melhor estabilidade térmica dentro da caixa, gerando conforto e reduzindo o stress das abelhas, que não precisam se movimentar tanto ou consumir parte do mel estocado para repor energia ou amenizar as diferenças de temperatura e

umidade relativa na colmeia. Auxiliando no equilíbrio do enxame no que diz respeito à manutenção das crias e reprodução, fácil montagem, além de que a própria empresa possui coleta seletiva para reciclagem do material isopor® e não causa danos à camada de ozônio no processo de fabricação (TERMOTÉCNICA, 2019).

2.3 Análise físico-química de mel abelhas *Apis mellifera*

O mel é uma substância viscosa, produzido pelas abelhas por meio da coleta do néctar das plantas ou a partir de outras substâncias. Existem dois níveis de classificação do mel quanto a sua origem, o mel de melato e mel floral. O melato geralmente é formado por meio de seiva de plantas ou secreções de insetos (MOREIRA; DE-MARIA, 2001). Já o mel floral é aquele que pode ser obtido a partir do néctar de flores da mesma família (monofloral) ou de diferentes origens florais (multifloral) (BRASIL, 2000). Após a coleta do néctar, o mel é transformado por meio de um combinado com substâncias específicas próprias das abelhas, posteriormente, armazenado e amadurecido nos favos para a alimentação da colmeia (BRASIL, 2000).

O mel é constituído de diferentes açúcares, principalmente os monossacarídeos frutose e glicose, aproximadamente 70%, outros 10% são dissacarídeos, incluindo sacarose e 17 – 20% de água, na qual os açúcares estão dissolvidos (CRANE, 1985). Também possui a maioria dos elementos minerais essenciais para o organismo humano, especialmente o selênio, manganês, zinco, cromo e alumínio (SILVA et al., 2006).

O mel é considerado de elevado valor energético, por ser majoritariamente composto de açúcares simples, sua digestão e metabolização nas células é relativamente rápida (SILVA et al., 2006). Entretanto, a ação do mel no organismo humano não se deve apenas à sua alta ação energética, mas especialmente às proteínas, enzimas, vitaminas, ácidos orgânicos, aminoácidos, e outras substâncias químicas importantes para o bom funcionamento do organismo, os oligoelementos (SILVA et al., 2006; MENDES et al., 2009). Quando maduro, o mel geralmente apresenta teor de umidade de 18%. Este fator é importante, pois o teor de umidade influencia características, como: viscosidade, peso, conservação e sabor (VENTURINI et al., 2007).

As características do mel podem variar de acordo com tipo de solo, vegetação visitada campeira e da espécie de abelha que o produz, conferindo-lhes aspectos específicos. Estas individualidades vêm como substâncias que podem ser encontradas, misturadas ao seu conteúdo, como: ácidos orgânicos, grão de pólen, partículas de cera, pigmentos, compostos aromáticos, álcoois, aminoácidos, dextrinas, enzimas, hormônios, vitaminas e minerais (RUIZ; MUNARI, 1992). Por isso, a extração e

manipulação do mel deve ser realizada com a maior higiene possível, pois, apesar de possuir fatores de proteção e conservação contra degradação microbiana, sabe-se que estes componentes também podem ser veículo de microrganismos patogênicos e leveduras osmofílicas (RUIZ; MUNARI, 1992). Sendo assim, de suma importância a higiene pessoal e dos equipamentos para a manutenção da qualidade do mel.

A qualidade do mel é avaliada pelos parâmetros físico-químicos. Eles permitem verificar possíveis alterações e também fraudes, por meio de diluições e falsificações com adição de açúcar ou amido (DEGENHARDT; ERNZEN, 2016), como mostra a Tabela 1. As análises indicadas pela legislação brasileira para o controle de qualidade do mel puro de *Apis* que são: 1) quanto à maturidade (açúcares redutores, umidade, sacarose aparente); 2) pureza (sólidos insolúveis em água, minerais ou cinzas, pólen); 3) deterioração (acidez livre, atividade diastásica e hidroximetilfurfural - HMF) (BRASIL, 2000).

PARÂMETRO	CAUSA	INFLUÊNCIA DIRETA
Umidade	Ambiente ou adulteração	Maturação, conservação e textura
pH	Composição, ambiente ou adulteração	Estabilidade e deterioração
Acidez	Composição, reações químicas, ambiente ou adulteração	Estabilidade e deterioração
Hidroximetilfurfural	Composição, instabilidade térmica ou tempo de armazenamento	Perda de qualidade nutricional, deterioração e toxicidade
Atividade diastásica	Composição, superaquecimento ou adulteração	Perda de qualidade nutricional e deterioração
Açúcar Redutor	Composição ou maturação	Textura, durabilidade, preservação e sabor
Açúcares Totais	Composição, adulteração ou colheita precoce	Maturidade
Índice de formol	Composição ou adulteração	Qualidade nutricional
Sólidos Insolúveis	Resíduos	Pureza e higiene
Cinzas	Conteúdo mineral, ambiente ou composição	Pureza e higiene

Tabela 1 - Influência dos parâmetros físico-químicos na qualidade do mel.

2.3.1 Umidade

A água é o segundo componente em maior quantidade no mel, compondo de 15 a 21%, dependendo do clima da região (MENDES et al., 2009). Ela pode gerar alterações na viscosidade, peso específico, maturidade, conservação, cristalização e sabor do produto (MARCHINI et al., 2004). O aumento do teor da umidade permite que microrganismos osmofílicos, os tolerantes ao açúcar, se multipliquem, podendo provocar fermentação no mel (GOIS et al., 2013).

Por isso, a legislação brasileira exige que o mel das abelhas *Apis mellifera*

apresentem no máximo 20 g de umidade/100 g de mel analisado (BRASIL, 2000). Quando os valores de umidade se encontram acima deste valor, subentende-se que o período ou as condições de armazenamento do produto foram inadequadas, ou que a amostra coletada é oriunda de favos não operculados (MARCHINI et al., 2005).

2.3.2 pH e Acidez

O pH do mel é influenciado principalmente pelo pH do néctar, mas também pelo ambiente, e pelas substâncias presentes nas mandíbulas das abelhas durante seu transporte (CRANE, 1985). Outro fator que exerce influência, no pH do mel, são as condições durante sua extração e armazenamento (CORBELLA; COZZOLINO, 2005). Por isso, tem grande importância no auxílio do controle da qualidade, pois valores alterados no pH refletem na textura, na estabilidade e na vida de prateleira do mel, além de indicar processos fermentativos ou adulterações no produto (TERRAB et al., 2004; CORBELLA; COZZOLINO, 2005). No Brasil o valor do pH não é uma análise obrigatória (SILVA et al., 2004). Entretanto, Venturini et al. (2007), indica que o pH ideal para o mel deve ser inferior a 4,0, haja visto que algumas bactérias causadoras de enfermidades se desenvolvam na faixa de 4,0 a 4,5 (GOIS et al., 2013).

As diferentes fontes de néctar também exercem influência na acidez no mel, isto se deve pela variação dos ácidos orgânicos, alguns íons inorgânicos como o fosfato e pela ação da enzima GOx (glicose oxidase) na degradação da glicose, que origina o ácido glicônico (WHITE-JR, 1978; MENDES et al., 2009). A GOx é produzida nas glândulas hipofaríngeas das abelhas, sua ação causa a elevação da acidez devido a liberação de pequenas quantidades de peróxido de hidrogênio, composto responsável pela resistência microbiana do mel (DE-MELO et al., 2018). De-Melo et al. (2018), cita que a produção peróxido de hidrogênio é muito importante pois garante, ao mel, proteção a decomposição bacteriana, até que ele atinja uma concentração de açúcar suficiente para evitar o crescimento microbiano, devido a sua pressão osmótica. Sendo assim, o pH e a acidez possuem uma relação importante para que haja uma barreira natural quanto ao desenvolvimento de alguns microrganismos patogênicos, como o *Clostridium botulinum*, pois a queda do pH inibe a atividade enzimática, que é essencial para a produção da acidez que atua como uma barreira natural, fornecendo maior estabilidade ao produto, (GOIS et al., 2013, DE-MELO et al., 2018).

A ação da GOx é praticamente inativa em méis de *Apis mellifera* totalmente maduros, também pode ser inativada quando o mel é submetido a temperatura de 60 °C (WHITE-JR, 1963; DE-MELO et al., 2018). Com isso, o parâmetro acidez fornece valiosas informações sobre o estado de conservação do mel, como indicar

se o produto sofreu aquecimento. A legislação brasileira aceita acidez máxima de 50 mEq/Kg de mel (BRASIL, 2000).

2.3.3 Hidroximetilfurfural

O Hidroximetilfurfural (HMF), é um composto químico concebido pela reação da decomposição da frutose em presença de ácidos e sua concentração aumentar com a elevação da temperatura, e também pelo armazenamento inadequado, adição de açúcar invertido, acidez, pH, umidade e minerais contidos no mel (ABADIO-FINCO, 2010; DE-MELO et al., 2018). É utilizado como indicador de qualidade, pois quando o HMF está presente em altas taxas mostra que o mel passou por um aquecimento, o que também ocasiona a destruição de algumas vitaminas e enzimas termolábeis (SILVA et al., 2006; MEIRELES et al., 2016).

Méis recém-colhidos possuem uma quantidade reduzida de HMF, por isso, este parâmetro é um importante indicativo de frescor (MELO et al., 2003). Entretanto, White-Jr (1992), sugere que méis de países subtropicais, em consequências das altas temperaturas, podem ter naturalmente um alto conteúdo de HMF sem que o mel tenha sido superaquecido ou adulterado. Spano et al. (2009) cita que o HMF é considerado uma substância tóxica e apresenta risco de citotoxicidade, genotoxicidade e atividade mutagênica. Sendo assim, índices muito elevados de HMF, não são saudáveis. Segundo a legislação, o valor máximo aceito para o HMF é de 60 mg/Kg no mel (BRASIL, 2000).

2.3.4 Atividade diastásica

A diástase é uma enzima. A atividade diastásica é um parâmetro utilizado, juntamente ao HMF, para definir o frescor do mel. Enzimas são termolábeis, por isso são usadas como indicador de envelhecimento e/ou superaquecimento, pois suas atividades diminuem quando submetidas a essas condições (DE-MELO et al., 2018). Sendo assim, quando a atividade diastásica encontra-se muito baixa, sugere-se que o mel foi exposto a temperatura acima de 60 °C (MENDES et al., 2009). Também pode indicar a adição de açúcar invertido ou condições inadequadas de temperatura ou longos períodos durante a estocagem (MENDES et al., 2009). Entretanto, Sodré et al. (2007) cita que este é um parâmetro que merece uma atenção especial por parte dos pesquisadores para verificar a possibilidade de adequar as normas às nossas condições, já que existe uma grande variação na quantidade de diastase em méis recém-colhidos e não aquecidos. Essas variações podem ser observadas nos estudos de Marchini et al. (2005) e Sodré et al. (2007), que possuíram um índice de diastase variando 5,00 a 38,50 (escala de G the) e 5,30 a 43,39 (escala de G the), respectivamente.

Segundo a legislação brasileira, é permitido méis com atividade diastásica como mínimo 8 na escala Göthe. Os méis com baixo conteúdo enzimático devem ter como mínimo uma atividade diastásica correspondente a três na escala Göthe, sempre que o conteúdo de HMF não exceda a 15 mg/Kg (BRASIL, 2000).

2.3.5 Açúcares

Os principais componentes do mel são os açúcares e a água. Os açúcares redutores, frutose e glicose, são monossacarídeos e estão presentes em maior concentração no mel, podendo variar de 85 – 95% da sua concentração (GOIS et al., 2013). Os dissacarídeos, sacarose e maltose representam 10% da quantidade total (WHITE-JR, 1975).

A glicose é um açúcar menos solúvel em água, sendo um dos principais fatores responsáveis pela cristalização do mel (GOIS et al., 2013). Altas concentrações de glicose ou baixa quantidade de dextrina favorecem a cristalização do mel (SILVA et al, 2006; FELSNER; CANO, 2011). A enzima GOx, excretada pelas abelhas, é a responsável pela conversão da glicose em ácido glucônico e peróxido de hidrogênio, na presença de água e oxigênio (SILVA et al., 2006). Ambos considerados fortes agentes antioxidantes que atacam o envoltório dos microrganismos, preservando e mantendo a esterilidade do mel durante a maturação (SILVA et al., 2006).

A frutose é responsável pela doçura, quando presente em quantidade elevada, permite que o mel permaneça líquidos por um longo tempo, podendo até nunca cristalizar (CRANE, 1985; HORN et al., 1996). A concentração de frutose no mel, é muito influenciada pela origem botânica e teor de umidade (MARCHINI et al., 2003), a glicose e a frutose podem ter origens do melato, da hidrólise enzimática de sacarose e outros açúcares do mel, ou pelo néctar das plantas (SILVA et al., 2006). Por isso, é sempre importante preservar uma área, com boa variabilidade de néctar para forrageamento das abelhas.

Os demais açúcares presentes no mel que se destacam são a sacarose e a maltose. A sacarose é um açúcar não redutor passível de hidrólise, que é a alteração de uma substância complexa, a qual é quebrada em moléculas menores por meio da ação de ácidos diluídos ou enzimas como a invertase, como mostra a Figura 1. Na hidrólise da sacarose, obtém-se glicose e frutose, dois monossacarídeos. A sacarose representa em média 2 a 3% dos carboidratos do mel, valores elevados de sacarose indicam fraude do produto por adição de açúcar, ou a colheita de um mel não maduro (AZEREDO et al., 1999; SOUZA et al., 2009), ou seja, que a sacarose ainda não sofreu hidrólise.

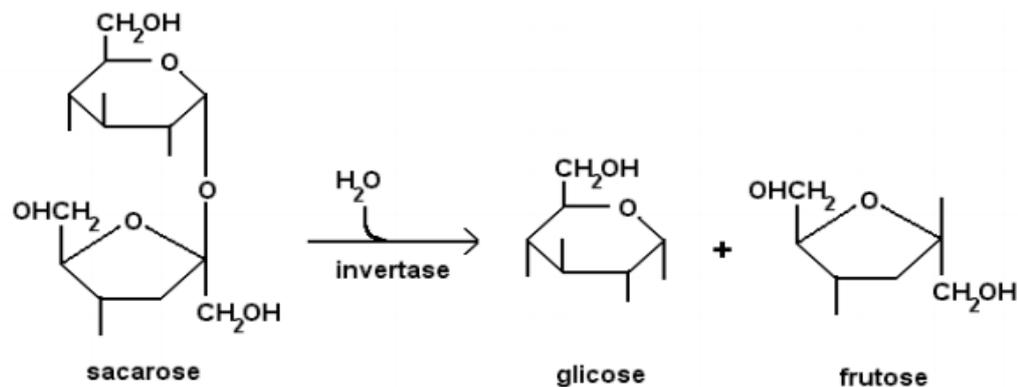


Figura 1 - Mecanismo de hidrólise enzimática da sacarose.

Fonte: Pereira (2010, p. 30).

Segundo a instrução normativa nº 11 de 2000 a quantidade de açúcares redutores para mel floral é de no mínimo 65 g. 100 g⁻¹ de mel e no mel de melato mínimo de 60 g. 100 g⁻¹ de mel (BRASIL, 2000). Enquanto a sacarose aparente para o mel floral deve ser no máximo de 60 g. 100 g⁻¹ de mel e para o mel de melato de no máximo de 15 g. 100 g⁻¹ de mel (BRASIL, 2000).

2.3.6 Índice de formol

O índice de formol é um indicador de adulteração (MENDES et al., 2009). Ele permite avaliar o conteúdo em peptídeos, proteína e aminoácidos, representando predominantemente, os compostos aminados (ABADIO-FINCO et al., 2010). Quando este índice se apresenta muito baixo, sugere-se a presença de produtos artificiais, mas quando encontrado em valores excessivamente elevados, indica a administração de hidrolisado de proteínas na alimentação das abelhas (SIMAL; HUIDOBRO, 1984). Entretanto, na legislação brasileira vigente, o índice de formol não é designado como padrão para avaliação da qualidade do mel (MENDES et al., 2009).

2.3.7 Sólidos insolúveis

Correspondem aos resíduos de cera, patas e asas das abelhas, além de outros elementos inerentes do mel ou do processamento que este sofreu. A realização desta análise permite detectar as impurezas presentes no mel. Tornando-se uma importante medida de controle higiênico (SILVA et al., 2006).

O máximo permitido é de 0,1 g. 100 g⁻¹ de mel, exceto para o mel prensado que se tolera até 0,5 g 100 g⁻¹, unicamente em produtos acondicionados para sua venda direta ao público (BRASIL, 2000).

2.3.8 Cinzas

As cinzas referem-se aos resíduos inorgânicos que permanecem após a queima de matéria orgânica, em forno tipo mufla, utilizando temperaturas de 550 °C a 570 °C por tempos pré-determinados (MARCHINI et al, 2005). Os diferentes minerais contidos no mel são expressos pelo teor de cinzas, que é considerado critério de qualidade, pois está relacionado a sua origem botânica e geográfica (MARCHINI et al., 2004). Normalmente, o teor de cinzas para os méis compostos a partir de néctar, são entre 0,1 e 0,3% (FELSNER et al., 2004). Teores muito elevados, cerca de 1,0%, são encontrados apenas em mel de melato, por isso o teor de cinzas pode ser usado para identificar esse tipo de mel (CRANE, 1983; FELSNER et al., 2004). Gois et al. (2013) cita que méis mais escuros, possuem maior concentração de minerais.

Os valores estabelecidos pela legislação vigente para o parâmetro cinzas no mel é de no máximo de 0,6% (BRASIL, 2000). Segundo Moraes et al. (2014) teores de cinza acima dos especificados sugerem adulteração por materiais inorgânicos, provenientes de objetos não especificados na descrição do mel, como terra, areia dentre outras sujidades.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A apicultura é uma atividade que beneficia o meio ambiente e o homem, gerando produtos para subsistência, também se destacando como uma boa alternativa de incremento da renda familiar. É uma das poucas atividades de criação animal que não causa impactos ambientais. Por isso, devemos conhecer melhor os aspectos que comprometem negativamente a eficiência produtiva das abelhas e buscar alternativas que contribuam com o seu bem-estar, dando-lhes um ambiente adequado para seu desenvolvimento. Caixas inadequadas afetam o bem-estar das colônias e, conseqüentemente, a qualidade dos produtos produzidos por elas.

A revisão abrange aspectos relevantes na agroecologia, com foco no bem-estar das abelhas e na geração de um mel de qualidade. Por isso, é essencial destacar a importância dos parâmetros que caracterizam as análises físico-químicas, pois são geradores de dados relevantes na constatação destas alterações, assim como são indicadores de fraudes no mel.

Pela importância das abelhas ao meio ambiente e ao homem, esta revisão tem significativa relevância, pois difunde o conhecimento sobre a apicultura e a qualidade do mel, no meio acadêmico, bem como gera embasamento para o desenvolvimento de estudos futuros voltados à área.

REFERÊNCIAS

- ABADIO-FINCO, F. D. B; MOURA, L. L; SILVA, I. G. Propriedades físicas e químicas do mel de *Apis mellifera* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 3, p. 706-712, 2010.
- ALCOFORADO-FILHO, G. **Flora da caatinga**: conservação por meio da apicultura. Congresso Nacional de Botânica. Crato, CE. Resumos. Fortaleza: BNB, p. 362. 1997.
- AZEREDO, M. A. A; AZEREDO, L. C.; DAMASCENO, J. G. Características físico-químicas dos méis do município de São Fidélis-RJ. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 1, p. 3-7, 1999.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Defesa Animal. Legislações. Legislação por Assunto. Legislação de Produtos Apícolas e Derivados. **Instrução Normativa n. 11**, de 20 de outubro de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/sda/dipoa/in_11_2000.htm>. Acesso em: 16 julho 2019.
- CASTRO, M. S. *A comunidade de abelhas (Hymenoptera; Apoidea), de uma caatinga arbórea entre os "inselbergs" de Milagres, Bahia, com ênfase nos polinizadores*. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Ecologia Geral. 191 p. 2001.
- CAVALCANTI-FILHO, O; SOARES, E. A.; CAMERINI, N. L; LEAL, A. F. Utilização de resíduo de EVA na construção de colmeias Langstroth. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 5, n. 3, 2010.
- CELESTINO, V. et al. Aceitação e avaliação da defensividade de abelhas *Apis mellifera* L. africanizadas, associada ao tipo de material na fabricação da colmeia. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 10, n. 3, p. 18-25, 2014.
- CIDREIRA, R. G. *A argamassa cimento-vermiculita na construção de colmeias modelo Langstroth*. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Instituto de Zootecnia, **Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, Seropédica, RJ. 48 p. 2003.
- CORBELLA, E.; COZZOLINO, D. Classification of the floral origin of Uruguayan honeys by chemical and physical characteristics combined with chemometrics. **Food Science and Technology**, London, v. 39, n. 5, p. 534-539, 2005.
- COSTA, T. V.; FARIAS, C. A. G.; BRANDÃO, C. S. Meliponicultura em comunidades tradicionais do Amazonas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 3, p. 106-115, 2012.
- CRANE, E. Constituintes e característica do mel. In: **CRANE, E. O livro do mel**. Trad. Astrid Kleinert Giovane. São Paulo: Nobel, 1985.
- DEGENHARDT, R; ERNZEN, J. P. Qualidade do mel produzido no vale do rio do peixe, Santa Catarina-Brasil. **XXII Seminário de Iniciação Científica, IX Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão e Mostra Universitária**. Chapecó, SC: Unoesc, 2016.
- DE-MELO, A. A. M; ALMEIDA-MURADIAN, L. B. D.; SANCHO, M. T.; PASCUAL-MATÉ, A. Composition and properties of *Apis mellifera* honey: A review. **Journal of Apicultural Research**, v. 57, n. 1, p. 5-37, 2018.
- DERANI, C. **Direito Ambiental Econômico**. 3ª ed. Ed Saraiva. p. 157- 158. São Paulo - SP. 2009.
- FELSNER, M. L. et al. Optimization of thermogravimetric analysis of ash content in honey. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 15, n. 6, p. 797-802, 2004.
- FELSNER, M L; CANO, C B. Influência de Variáveis Experimentais na Determinação Refratométrica de Umidade em Mel por Planejamento Fatorial. **RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 13,

n. 1, p. 139-150, 2011.

FREITAS, B. M. **A Vida das abelhas**. Fortaleza: UFC. Craveiro & Craveiro, 1999. CD Rom.

FREITAS, D. G. F.; KHAN, A. S.; SILVA, L. M. R. Nível tecnológico e rentabilidade de produção de mel de abelha (*Apis mellifera*) no Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 42, n. 1, p. 171-188, 2004.

FUNARI, C. S.; FERRO, V. O. Análise de própolis 1. **Ciênc. tecnol. alimente.**, v. 26, p. 171-178, 2006.

GABRIEL, J. R. **Estudo da hidrólise de carboidratos em meio neutro, utilizando uma mistura de ésteres derivados do óleo de mamona**. 2009. Tese (Doutorado em Química Analítica) - Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009. doi:10.11606/T.75.2009.tde-05012010-081105. Acesso em: 2019-08-21.

GIL-JASSO, N. D. et al. Dissolution and recovery of waste expanded polystyrene using alternative essential oils. **Fuel**. v. 239, p. 611-616, 2019.

GOMES, V. V. et al. Avaliação da qualidade do mel comercializado no oeste do Pará, Brasil. **Rev. Virtual Quim**, v. 9, n. 2, 2017.

GOIS, G. C.; RODRIGUES A. E., LIMA C. A. B., & SILVA L. T. Composição do mel de *Apis mellifera*: Requisitos de qualidade. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 7, n. 2, p. 137-147, 2013.

GULER, A. The effects of the shook swarm technique on honey bee (*Apis mellifera* L.) colony productivity and honey quality. **Journal of apicultural research**, v. 47, n. 1, p. 27-34, 2008.

HORN, H., DURÁN, J., CORTOPASSI-LAURINO, M., ISSA, M., TOLEDO, V. D., BASTOS, E., & SOARES, A. Méis brasileiros: resultados de análises físico-químicas e palinológicas. In: **Congresso Brasileiro de Apicultura**. 1996. p. 403-429.

HUIDOBRO, J. F.; SIMAL, J. Determination of sugars in honey. **Anales de Bromatologia**, v. 36, n. 2, p. 247-264, 1984.

HUMAN, H.; NICOLSON, S.W.; DIETEMANN, V. Do honeybees, *Apis mellifera scutellata*, regulate humidity in their nest? **Naturwissenschaften**, [s.l.], v. 93, n. 8, p. 397-401, 2006.

ITAGIBA, M. G. O. R. **Noções básicas sobre criação de abelhas**. NBL Editora, 1997.

MAGALHÃES T. L.; VENTURIERI G. C. Aspectos econômicos da criação de abelhas indígenas sem ferrão (*Apidae: Meliponini*) no nordeste paraense. Série Documentos, **Embrapa**, 364:36, 2010.

MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. D. C. C.; SILVEIRA NETO, S. Características físico-químicas de amostras de mel e desenvolvimento de enxames de *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera, *Apidae*), em cinco diferentes espécies de eucaliptos. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 21, n. 1, 2003.

MARCHINI, L. C.; SODRÉ, G. S.; MORETI, A. C. de C. C. **Mel brasileiro: composição e normas**. Ribeirão Preto: Ed. A. S. Pinto, 2004. 111 p.

MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. C. C.; OTSUK, I. P. Análise de agrupamento, com base na composição físico-química, de amostras de méis produzidos por *Apis mellifera* L. no Estado de São Paulo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 1, p. 8-17, 2005.

MEIRELES, S.; CANÇADO, I. A. C. Mel: parâmetros de qualidade e suas implicações para a saúde. **SYNTHESISI Revistal Digital FAPAM**, v. 4, n. 4, p. 207-219, 2016.

- MELO, Z. F. N.; DUARTE, M. E. M.; MATA, M. E. R. M. C. Estudo das alterações do hidroximetilfurfural e da atividade diastásica em méis de abelha em diferentes condições de armazenamento. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 89-99, 2003.
- MENDES, C. G. S; JEAN, B. A; MESQUITA, L. X; MARACAJÁ, P. B. As análises de mel: Revisão. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, 2009.
- MODERCIN, I. F.; CASTRO, M. S; BANDEIRA, F. P. S. F. Manejo sustentável de abelhas sem ferrão no Território Indígena Pankararé, Raso da Catarina, Bahia. **Cadernos de Agroecologia**, [S.l.], v. 2, n. 2, set. 2007.
- MONDAL, M. K.; BOSE, B. P.; BANSAL, P. Recycling waste thermoplastic for energy efficient construction materials: An experimental investigation. **Journal of Environmental Management**, v. 240, p. 119-125, 2019.
- MORAES, F.J. et al. Caracterização físico-química de amostras de mel de abelha africanizada dos municípios de Santa Helena e Terra Roxa (PR). **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte, v. 66, n. 4, p. 1269-1275, 2014.
- MOREIRA, R. F. A; DE-MARIA, C. A. B. Glicídios no mel. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 516-525, Aug. 2001.
- MOURA, F. D. B. P; MARQUES, J. G. W. Zooterapia popular na Chapada Diamantina: uma Medicina incidental. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 13, n. 2, p. 2179-2188, 2008.
- NAIR, N. R.; SEKHAR, V. C.; NAMPOOTHIRI, K. M.; PANDEY, A. Biodegradation of biopolymers. In: **Current Developments in Biotechnology and Bioengineering**. Elsevier, 2017. p. 739-755.
- NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão** – São Paulo: Nougearapis, 1997. 446 p.
- PEREIRA, F. S. G. **Biochemistry in a chemical approach (in portuguese)**: Bioquímica numa abordagem química. Recife: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, 2010. 99 p. (1). Disponível em: <file:///C:/Users/botel/Downloads/APOSTILABIOQUIMICA2010.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2019.
- ROLIM, M. B. Q. et al. Generalidades sobre o mel e parâmetros de qualidade no Brasil: revisão. **Medicina Veterinária (UFRPE)**, v. 12, n. 1, p. 73-81, 2018.
- RUIZ, R. L.; MUNARI, D. P. Microbiologia da silagem. **Microbiologia zootécnica. São Paulo: Ed. Roca**, p. 97-122, 1992.
- SCHLABITZ, C.; SILVA, S. A. F.; SOUZA, C. F. V. Evaluation of physicalchemical and microbiological parameters in honey. **Rev. Bras. Prod. Agroind.**, v. 4, n. 1, p. 80-90, 2010.
- SILVA, C. L.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIREDO, R. M. F. Caracterização físico-química de méis produzidos no Estado do Piauí para diferentes floradas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, n. 2/3, p. 260-265, 2004.
- SILVA, R. D., MAIA, G. A; SOUSA, P. D; COSTA, J. D. Composição e propriedades terapêuticas do mel de abelha. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 17, n. 1, p. 113-120, 2006.
- SILVA, W P; PAZ, J. R. L. Abelhas sem ferrão: muito mais do que uma importância econômica. **Natureza on line**, v. 10, n. 3, p. 146-152, 2012.

SILVA, A. G.; SILVA, M. J. R.; CAVALCANTE, A. C. P.; DINIZ, B. L. M. T. Educação ambiental e a agroecologia: uma prática inovadora no processo educativo no educandário aprendendo a aprender, Bananeiras-PB. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 13, p. 2818-2827, 2013.

SILVA, E. N., et al. Análise da comercialização e do associativismo apícola dos municípios de Tabuleiro do Norte e Limoeiro do Norte: Um estudo de caso. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 16, p. 85-105, 2013.

SIMAL, J.; HUIDOBRO, J. Parámetros de calidad de la miel III. Acidez (pH, libre, láctónica & total) e índice de formol. **Offarm**, v. 3 n. 9, p. 532, 1984.

SOUZA, B.; CARVALHO, C. Caracterização do mel produzido por espécies de *Melipona Illiger*, 1806 (Apidae: Meliponini) da região nordeste do Brasil: 1. Características físico-químicas. **Quim. Nova**, v. 32, n. 2, p. 303-308, 2009.

SOUZA, M. F. P. et al. Internal ambience of beehives *Apis mellifera* with different colors and roofing materials in the sub middle of the São Francisco Valley. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 4, p. 625-634, 2016.

SPANO, N. et al. A direct RP-HPLC method for the determination of furanic aldehydes and acids in honey. **Talanta**, v. 78, n. 1, p. 310-314, 2009.

TAUTZ, J. **O fenômeno das abelhas**, 1 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

TERMOTÉCNICA. **Térmotecnica**. Disponível em: <http://www.termotecnica.ind.br/> <http://www.caixamaismel.com.br/>. Acessado em: 16/06/2019.

TERRAB, A; RECAMALES, A. F.; HERNANZ, D.; HEREDIA, F. J. Characterization of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents. **Food Chemistry**, v. 88, n. 4, p. 537-542, 2004.

VENTURINI K. S; SARCINELLI M. F; SILVA L. C. Características do Mel. **Boletim Técnico - PIE-UFES**: 01107, 2007.

WHITE-JR., J. W.; SUBERS, M. H. Studies on honey inhibine. 2. A chemical assay. **Journal of Apicultural Research**, v. 2, n. 2, p. 93-100, 1963.

WHITE-JR., J. W. Honey. In: **Advances in food research**. Academic Press, 1978. p. 287-374. doi:10.1016/S0065-2628(08)60160-3.

WHITE-JR. W. Physical characteristics of honey. In: CRANE, E. **Honey a comprehensive survey**. London: Heinemann, 1975. Cap. 6, p. 207-239.

WHITE-JR, J. W. Quality evaluation of honey: role of HMF and diastase assays. Part II. **American Bee Journal**, v. 132, n. 12, p. 792-794, 1992.

OBSERVATÓRIO AGROECOLÓGICO: UM ESTUDO DA PRODUÇÃO FAMILIAR EM BASE ECOLÓGICA

Data de aceite: 22/01/2020

Liliana Maria de Mello Fedrigo

Mestre Profissional em Agroecologia da Universidade Estadual de Maringá (UEM), PR, Brasil, lilianamello.lia@gmail.com

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo identificar demandas, acompanhar diagnósticos para reduzir a distância entre quem produz e quem consome. O intuito é contextualizar os espaços de produção e os arranjos técnico-sociais para o comércio justo. Um dos desafios da agricultura familiar é articular e dinamizar a relação das dimensões da produção, da demanda (consumo) e as lacunas entre essas dimensões. Para lidar com esse desafio, a proposta é criar um Observatório focado no sistema alimentar agroecológico e que articule eixos temáticos nas diferentes áreas de conhecimento. A Comunicação será uma ferramenta estratégica para que essa engrenagem funcione no processo de construção de conhecimento.

PALAVRAS-CHAVE: Comunicação. Sistema alimentar. Comércio justo.

ABSTRACT: This work aims to identify demands, monitor diagnoses to reduce the distance between who produces and who consumes.

The purpose is to contextualize the spaces of production and technical-social arrangements for fair trade. One of the challenges of family agriculture is to articulate and dynamize the relationship between the dimensions of production, demand (consumption) and the gaps between these dimensions. To address this challenge, the proposal is to create an Observatory focused on the agroecological food system and articulate thematic axes in the different areas of knowledge. Communication will be a strategic tool for this gearing to function in the process of building knowledge.

KEYWORDS: Communication. Food system. Fair trade.

1 | INTRODUÇÃO

A agricultura familiar enfrenta diversos desafios relacionados à agroecologia e aos interesses dos produtores afetados pelas questões socioambientais. O crescimento populacional mundial registrado nas últimas décadas demanda aumento da produção para suprir as necessidades de mercado. Com a modernização tecnológica, os problemas associados à agricultura familiar e ao meio ambiente tem agravado as condições de vida da classe rural trabalhadora, ocasionando

grandes proporções ao êxodo rural.

Diante desse contexto, tem se destacado o uso de agrotóxicos em larga escala com suas consequências drásticas à biodiversidade e a todo o sistema agrícola. Essa produção intensiva de pesticidas trouxe sérios problemas tanto para a saúde quanto à segurança alimentar. Embora os problemas sejam evidentes, a proposta pela transição agroecológica vem se fortalecendo no país a partir da década de 1980 como quebra de hegemonia produtivista versus suas crises ecológicas como social (CAPORAL E COSTABEBER, 2002).

A agricultura familiar e de pequena escala estão vinculadas à soberania alimentar, incentivando a produção orgânica e de produtos mais saudáveis. Além disso, a agroecologia é uma oportunidade para estimular as economias locais. Entre os pressupostos tangenciam-se uma diversidade de dimensões relacionadas ao processo produtivo até chegar ao mercado consumidor.

Com o intuito de se estabelecer uma visão sistêmica da produção familiar e suas relações humanas como sujeitos-atores traçam-se diretrizes para um modelo de construção do Observatório Agroecológico, contribuindo para a reflexão de novos formatos possíveis e desenhos no contexto da Agroecologia Sustentável (GLIESSMAN, 2013). Baseados em princípios metodológicos que facilitam o processo de construção participativa, busca-se dar voz e vez aos agricultores, por meio da dinamização Diálogos Agroecológicos, evidenciando e resgatando o “saber fazer”, chamado de conhecimento popular, que não está desconectado do conhecimento científico (COTRIM, 2016).

Contextualizando o que foi exposto, esse artigo situa a Agroecologia, Agricultura Familiar e a Educomunicação para compreender como as trajetórias dos produtores em base ecológica podem ser tecidas em rede no processo da construção da cidadania.

A pesquisa empírica foi realizada no período de abril-maio de 2016 e em parte do segundo semestre mediante experiências de produtores das regiões norte e noroeste do Paraná, onde dois grupos de agricultores familiares participam do modo de produção em base agroecológica e de orgânicos e estão envolvidos no processo de associativismo, e de uma imersão internacional baseada numa propriedade de Egersund, na região sudoeste da Noruega, que inicia-se na prática da agricultura multifuncional construindo *green-house* (plasticultura) com ajuda de mão-de-obra voluntária.

Além do processo de transição da agricultura sustentável e de indicadores sociais e econômicos destacam-se nesse artigo a inserção de produtores nos mercados por meio de feiras específicas, venda direta de cestas agroecológicas sob encomenda pela internet e de sua organização social como cooperativa de consumo.

2 | DESENVOLVIMENTO

O artigo está dividido em cinco partes: na primeira, apresenta-se a revisão de literatura acerca da agroecologia e agricultura familiar, que fundamentam a pesquisa; na 2ª parte, a metodologia utilizada; na 3ª parte, focaliza-se o papel da agricultura familiar, a caracterização da área de estudo e sua relação com o mercado e interações entre sujeitos; na 4ª parte, os resultados da pesquisa e na 5ª parte, as conclusões.

Este tópico trará o embasamento teórico, o “alicerce” da pesquisa, objetivando contextualizá-lo, segundo a realidade das comunidades estudadas. Sabe-se que a produção agrícola está conectada à história da humanidade. Atualmente, a agricultura familiar enfrenta uma série de desafios relacionados à agroecologia e aos interesses dos produtores afetados pelas questões socioambientais. O crescimento populacional mundial registrado nas últimas décadas demanda um aumento da produção para suprir as necessidades do mercado. Com a modernização tecnológica e a substituição da mão-de-obra por máquinas os problemas relacionados à agricultura familiar e ao meio ambiente tem agravado as condições de vida da classe rural trabalhadora, ocasionando grandes proporções ao êxodo rural.

Diante de tal contexto, ressalta-se também a utilização em larga escala de agrotóxicos, nas extensas áreas de monoculturas, com suas consequências drásticas à biodiversidade e a todo o sistema agrícola. No entanto, o conhecimento agroecológico da agricultura familiar em pequenas áreas requer atuação individual e coletiva, tanto para o desenho de agroecossistemas proposto por Gliessmann (2013), como reflexões para a constituição em associações ou cooperativas (Lima; Vargas, 2015).

A revisão bibliográfica sobre os temas agroecologia e agricultura familiar tornam-se necessárias no resgate de estudos das obras dos seguintes pesquisadores: Buainain (2006), Caporal (2009), Costabeber (2004) e Gliessman (2013). Fazem parte do estudo análises de documentos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2010-2016) e do IBGE (2006), entre outros.

Constata-se que a agricultura familiar em base agroecológica, objeto de estudo, vem desenvolvendo percursos por meio da valorização de saberes, experiências e aprendizagem de conhecimento individual e coletivo (COTRIM, 2013). No entanto, percebe-se a existência de *gaps* (lacunas) que precisam ser reconectadas à agricultura agroecológica, tanto nas áreas de ensino, pesquisa e extensão quanto nos setores político-econômico, culturais e sociais (SENA, 2013).

Dados do último Censo Agropecuário (IBGE, 2006) indicam que houve aumento de 7,1% na área total das pequenas propriedades, num total de 5,2 milhões de estabelecimentos da agricultura familiar no País. A pesquisa censitária do setor

apontou que, no Paraná, 81,6% do total de 371.051 estabelecimentos agrícolas fazem parte da agricultura familiar. No total, são 302.907 estabelecimentos dedicados à agricultura familiar, cinco vezes mais do que aqueles da agricultura não familiar (um total de 68.144).

Um fato que chama atenção nesta pesquisa é que a agricultura familiar mantém uma área cinco vezes menor em relação a de agricultura convencional. Pelo levantamento do IBGE, observa-se que são muitos os agricultores familiares, mas eles produzem em pequenas propriedades. No entanto, verificam-se que esses pequenos espaços rurais demonstram uma carência de conhecimento, incentivo e valorização para suas relações comerciais e sócio-políticas, conforme mostram as análises dos agricultores-sujeitos deste estudo.

Prossegue-se esta revisão bibliográfica, por meio do aporte histórico e conceitual, retomando os conceitos de Caporal, Costabeber e Paulus (2009) à Agroecologia “uma ciência para o futuro sustentável”. Essa prática é como se fosse um resgate na identificação coletiva, dos sucessos e insucessos dos estilos de agricultura praticados, assim como a identificação e análise dos impactos positivos e negativos do modelo dominante.

No século XX, a ecologia surge como Ciência, mas essas interações foram praticamente recusadas entre as décadas de 50 a 70, por causa do uso intensivo de agrotóxicos nas lavouras, a chamada “Revolução Verde”. Posteriormente, na década de 1980, várias publicações científicas se destacaram na consolidação da pesquisa agroecológica e na promoção da agricultura sustentável que, até hoje, segundo Gliessman (2013), prosseguem fazendo conexões entre fronteiras estabelecidas:

“Por um lado, a agroecologia é o estudo de processos econômicos e de agroecossistemas, por outro, é um grande agente para as mudanças sociais e ecológicas complexas que tenham necessidade de ocorrer no futuro a fim de levar a agricultura para uma base verdadeiramente sustentável” (GLIESSMAN 2013, p. 58).

Fazem parte dos pilares fundamentais para sustentabilidade da agroecologia, segundo Caporal e Costabeber (2002, p. 76), as seguintes dimensões: ecológica, econômica e social (base); dimensões culturais e política (segundo nível); e dimensão ética (ponta da pirâmide). É preciso, de acordo com esses autores, aprofundar e qualificar a sustentabilidade para evitar intervenção em processos de transição apoiados nos princípios da agroecologia.

Como enfoque científico a agroecologia versus transição dos atuais modelos de desenvolvimento rural e de agricultura convencionais reforçam os pesquisadores a necessidade do desenvolvimento de agriculturas sustentáveis. Assim, Caporal e Costabeber (2002) apontam que a transição não depende apenas da substituição de insumos químicos convencionais por insumos alternativos e destacam a dimensão

ética (solidariedade e preservação do meio ambiente), cultura (intervenções que respeitam a cultura local) e participação política (representação rural). Sem essa integração sistêmica, os autores citados afirmam que a agricultura não despontará como ecológica, econômica e social.

Neste sentido, Caporal e Costabeber (2002), alegam que a agricultura convencional apresentada até agora se tornará insustentável. Eles são taxativos ao mencionarem que Ciência deve quebrar paradigmas para a mudança na transição da agricultura com base agroecológica. Dessa forma, acreditam que será possível promover o desenvolvimento sustentável. Ainda esses autores interpelam pela manutenção de orientações de estilos ecológicos para a agricultura familiar como forma de evitar a exclusão econômica e social, contribuindo pela extensão de modelos agrícolas mais sustentáveis.

No entanto, Gliessman (2013, p. 428) defende a aplicação dos princípios e de conceitos da Ecologia no manejo e redesenho de agroecossistemas para a recuperação da sustentabilidade. Entre os níveis considerados fundamentais no processo de transição para agroecossistemas mais sustentáveis são quatro, conforme descritos Gliessman (2013, p. 55-56):

- Transição na orientação de valores, na ética que orienta nossas decisões de produção, consumo e organização social;
- Foco na agricultura quanto ao incremento da eficiência das práticas convencionais para reduzir o uso de insumos externos caros, escassos e prejudiciais ao meio ambiente;
- Substituição de insumos e práticas intensivas e práticas convencionais por práticas alternativas;
- Fase do desenho dos agroecossistemas para funcionarem com base em novos processos ecológicos.

Esses indicadores apontam que a prática da agroecologia não pode ser restrita como um tipo de agricultura ou um sistema de produção ou uma técnica agrícola. Os processos de transição para a agroecologia, na visão de Gliessman (2013) vão além dos sistemas socioculturais, econômicos e ecológicos.

Percorre-se entre as experiências de um grupo de 10 agricultores das regiões norte e noroeste do Paraná e também se situa no espaço Kvednaflaat, na região de Egersund, sudoeste da Noruega, onde as práticas ocorreram durante o trabalho no campo da qual atuei como voluntária da organização WWoof - uma Rede Mundial em Agricultura Biológica.

Na análise, entre sujeitos e suas ações, a pesquisa verificou que a produção rural em base ecológica lidera os interesses dos produtores rurais e está ligada intimamente às questões do clima, do solo, do meio ambiente e do mercado consumidor. Para

os agricultores familiares entrevistados, a construção de conhecimentos, troca de saberes e de experiências coletivas, como as novas práticas de lideranças em associações, vem em segundo plano. Entre as motivações dos sujeitos vem em seguida as relações familiares, a saúde e a garantia do estudo dos filhos. Em relação à saúde, a maioria considera que o afastamento de agrotóxicos nas lavouras é a chave-mestra para a transformação de uma vida saudável. Mencionaram ainda a preocupação por mão-de-obra mais qualificada, além da busca de construção de conhecimento em cursos e em livros técnicos, e, depois a sua participação em organizações, eventos técnicos e dia de campo. Constata-se ainda pela análise da horizontalidade de suas aquisições que o foco dos agricultores familiares na área de tecnologia é a aquisição de novos maquinários, instalações de estufas (plasticultura) e de projetos de irrigação na horticultura (AGR2 e AGR3) e de gotejamento no manejo agroecológico do sistema de produção semi-orgânico da cultura de morangos (AGR8) e na produção de uvas (AGR9). No caso na Noruega, a agricultora relatou a preocupação com o microclima da região. Para isso adquiriu uma miniestação pluviométrica e investiu recursos próprios na construção de um moderno *green house* (estufa com plasticultura) para produção de orgânicos no próximo verão de 2017.

O grupo de entrevistados revelou que para suprir a falta de mão-de-obra no campo busca 'solução caseira'. A maioria utiliza-se de membros da família, tanto para realizações de feiras ou na labuta com a terra. Em relação aos pequenos produtores paranaenses abordados por esta pesquisa, no máximo, um trabalhador rural é contratado, como auxiliar e, na Noruega, parcerias com o WWoof, visam suprir a falta de mão-de-obra com a busca de voluntários, por meio da internet, por um período temporário, geralmente durante a primavera-verão.

Como fio condutor desse artigo, infere-se outras reflexões no percurso de investigação, como apresentação de ações facilitadoras e de possibilidades para empreendimentos coletivos, reduzindo a distância ("*gap*") entre quem produz e quem consome. Buscou-se também desmistificar os preços de produtos orgânicos. Segundo o audiovisual produzido pelo Movimento dos Sem-Terra (MST, 2015) existem mitos no setor, os quais aqui destacam-se apenas o primeiro diálogo: [...] "Mito número um: alimentos orgânicos são mais caros. [...] "- Que nada! O preço dos orgânicos parecem mais caros porque os supermercados, onde a gente costuma comprar, cobram até quatro vezes mais do que a feira.

Percorrem-se ainda por esses diálogos para demonstrar os caminhos e as experiências da cadeia produtiva da Naturingá, uma Cooperativa de Consumo Agroecológica, criada por meio do associativismo no ano de 2015 em parceria com a UEM para facilitar a venda, sem atravessadores, e discutir as condições da atividade agrícola, enquanto produtora de alimentos saudáveis.

A cooperativa possui cerca de 60 fornecedores de produtos agroecológicos, certificados ou em processo de certificação participativa pela Rede Ecovida e Ecocert. Integram essa rede de comercialização agricultores familiares de Maringá, Sarandi, Paiçandu, Marialva, Jandaia do Sul, Kaloré, Marumbi, Mandaguari e Paranacity, além de técnicos e consumidores. Verificou-se também o trabalho voluntário de alguns participantes do curso do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da UEM (Mestrado Profissional) e de acadêmicos integrantes Grupo de Agroecologia de Maringá (Gaama) e do Comitê da Campanha Permanente contra Agrotóxicos e pela Vida.

Entre as ações e transformações, apontam-se algumas oportunidades identificadas: a cooperativa Naturingá, por meio de articulações políticas integradoras, conquistou em outubro de 2016 o espaço Organa Mix para expor quinzenalmente os produtos familiares num shopping center de Maringá, sem custo. Entre os desafios a serem enfrentados no mercado constatou-se a falta de consenso para políticas de preços, por se tratar de produtos sazonais e, a capacitação técnica, contábil e financeira para que novos projetos sejam sistematizados em favor da agricultura familiar.

Constituiu-se nos seguintes instrumentais: o referencial teórico-metodológico, por meio da pesquisa participativa com análise qualitativa, e de estudos de casos da agricultura familiar e de empreendedores do associativismo - o referencial empírico. Trata-se de uma abordagem que tem como premissa privilegiar a intersubjetividade. Elegem-se os agricultores como sujeitos desta investigação que se constituiu dos seguintes eixos de trabalhos: diários de campo, experiências vivenciadas, relatos práticos gravados em áudio e de entrevistas semiestruturadas apoiadas pela observação e exploração descritiva das atividades dos agricultores.

O presente estudo trouxe à tona elementos que possibilitaram verificar que os agricultores da região norte e noroeste do Paraná apresentaram motivações similares. A maioria aderiu à atividade agroecológica em busca de saúde e qualidade de vida.

Os resultados dessa pesquisa também apresentaram as consequências entre a monocultura tecnificada e excludente, e a prática da diversificação de culturas, como alternativa para manter a unidade da atividade familiar.

Entre as discussões apontadas neste estudo descrevem-se alguns pontos fortes das interações humanas, por meio de conhecimentos adquiridos, durante o percurso da agricultura familiar e suas transformações.

Neste sentido, identificamos mudanças de atitudes até mesmo em relação ao manejo e de conservação do meio ambiente que se diferem nos percursos de cadeias curtas de comercialização, como feiras orgânicas e participação de cooperativas de consumo, por meio do e-commerce operacionalizado pela internet.

Outras discussões que foram desencadeadas durante o estudo: será que políticas públicas poderão estimular o agricultor familiar e seus filhos a acreditarem no potencial dessa atividade? Permanecerão no meio rural para manter o desenvolvimento sustentável?

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa que foi exposta confirma que a construção de capacidades da nova geração de agricultores e suas formas de engajamento em organizações ou associações fortalecem a comunidade para participação do comércio justo. Entre os pontos positivos destacam-se “empoderamento” dos cidadãos, a maior consciência da melhoria da qualidade dos recursos, como solo, água, agrobiodiversidade em geral, seguidas da mudança da paisagem e de atitudes. Além da ampliação das alternativas de nutrição da família, detectou-se ainda a melhoria das condições de trabalho, melhor conforto e menor penosidade, sem o uso de agrotóxicos.

Entre as possibilidades apontam-se diretrizes para construção do Observatório Agroecológico uma ferramenta importante nesse trabalho no envolvimento conjunto das áreas de agronomia, educação, sociologia, direito, saúde e nutrição alimentar, entre outras.

REFERÊNCIAS

IBGE. Censo Agropecuário de 2006. Rio de Janeiro, 2016. Disponíveis em: <www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/>, Acesso em: 10 out. 2015 e <biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf>. Acesso em 12 out. 2015.

BUIANAIN, A. M. Agricultura familiar, agroecológica e desenvolvimento sustentável: questões para debate. Série Desenvolvimento Rural Sustentável. 1. Ed. Brasília, DF: 2006, v. 5.

CAPORAL, F. R. Em defesa de um plano nacional de transição agroecológica: compromisso com as atuais e nosso legado para as futuras gerações. In: SAUER, S.; BALESTRO, M. V. (Org.). **Agroecologia e os desafios da transição agroecológica**: agroecologia e os desafios da transição agroecológica. 2. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2013. p. 261-304.

COTRIM, D. S. O estudo da participação na interface dos atores na arena de construção do conhecimento agroecológico, 2013. **A construção do conhecimento** (p. 20). Tese (doutorado)- Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

COTRIM, D. S. e DAL-SOGLIO F. K. Construção do conhecimento agroecológico: problematizando o processo, Revista Brasileira de Agroecologia, Porto Alegre (RS)., vol. 11, n. 3, p. 259-271, 2016, Artigo aceito 24-set-2015.

LIMA, F. A. X., VARGAS, L. P., Alternativas socioeconômicas para os agricultores familiares: o papel de uma associação agroecológica; **Revista Ceres**, Viçosa, v. 62, n. 2, p. 159-166, mar./abr. 2015.

GLIESSMAN, Stephen R. Agroecologia, Processos Ecológicos em Agricultura Sustentável, 4 ed. Porto Alegre. Editora UFRGS, 2013.

A ERA 4G: NOVA ATUALIZAÇÃO AGRÍCOLA COM NANOTECNOLOGIA EM CAMPO

Data de aceite: 22/01/2020

Anderson Barzotto

Universidade Federal do Mato Grosso, campus
Sinop

Stela Regina Ferrarini

Universidade Federal do Mato Grosso, campus
Sinop

Solange Maria Bonaldo

Universidade Federal do Mato Grosso, campus
Sinop

RESUMO: A necessidade de aumento da produção de alimentos para suprir a crescente demanda populacional exige que a agricultura torne-se mais tecnológica, para que se possa produzir alimentos em grande quantidade mantendo sua qualidade. Assim a nanotecnologia propõem uma revolução tecnológica e uma atualização para a agricultura da era 4G. Essa ciência consegue manipular os materiais em escala nanométrica e solucionar algumas das necessidades agrícolas, como por exemplo nanossensores para monitoramento da qualidade da água e do solo, nanofertilizantes com maior reatividade e maior eficiência agronômica e nanopestidas com maior eficiência na proteção dos cultivos e menor toxicidade a organismos não-alvos. Desta forma, as novas tecnologias podem auxiliar a

Agroecologia e a Agricultura conservacionista moderna a atenderem os problemas do mercado e contribuir com o equilíbrio ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Nanotecnologia. Proteção de cultivos. Nanossistemas. Nanopartículas.

THE 4G ERA: NEW AGRICULTURAL UPDATE WITH FIELD NANOTECHNOLOGY

ABSTRACT: The necessity for increased food production to supply the growing population demand requires agriculture to become technological, so that large quantities of food can be produced while maintaining its quality. Therefore, nanotechnology proposes a technological revolution and an update for 4G Era Agriculture. This Science can manipulate materials at the nanometer scale and solve some of the agricultural needs, such as nanosensors for monitoring water and soil quality, nanofertilizers with higher reactivity and greater agronomic efficiency and nanopesticides with more efficient crop protection and less toxicity to non-target organisms. By this way, new technologies can help agroecology and modern conservation agriculture to address market problems and contribute to environmental balance.

KEYWORDS: Nanotechnology. Crop protection. Nanosystems. Nanoparticles.

1 | INTRODUÇÃO

Segundo FAO (2014), “No ano de 2014, a cada nove pessoas uma não possuía alimentação necessária para levar uma vida saudável, e estima-se que até o ano de 2050, será necessário aumentar em 60% a produção de alimentos”, esses são os principais desafios da agricultura da era 4G, a agricultura tecnológica que precisa evoluir e solucionar problemas na velocidade do mundo conectado à internet 4G, para então produzir alimentos de forma sustentável e viável, elevando a quantidade produzida sem menosprezar a qualidade. Partindo desta problemática, uma das formas de alcançar tais objetivos, está na proteção dos cultivos minimizando as perdas das plantações comerciais causadas pelo ataque de insetos, fungos, bactérias e vírus que juntos chegam a somatória de 1,4 trilhões de dólares (SUGAYAMA et al., 2015).

Em campo o controle destas pragas é realizado, na maioria dos casos, pela utilização do método químico, como por exemplo a aplicação da molécula fungicida piraclostrobina, no controle de antracnose e manchas foliares. Esse método é muito utilizado devido a sua facilidade de aplicação nos grandes campos comerciais e aos rápidos resultados nos controles populacionais das pragas. Sendo assim, surgiram os problemas ocasionados pelo mal-uso deste método, como o risco da contaminação da fauna, flora (CARDOSO et al., 2017) e saúde humana (PIGNATI et al., 2014).

Já em 2011, a ANVISA demonstrou que um terço dos alimentos consumidos no cotidiano dos brasileiros estava contaminado por agrotóxicos e os casos de intoxicação por exposição a eles continuam altos (CARNEIRO et al., 2015). Assim, contornar essas consequências é um grande desafio, pois o controle de doenças em campo está se tornando cada vez mais difícil, exigindo que o número de aplicações de agrotóxicos aumente, ou que as doses dos produtos sejam maiores, fragilizando ainda mais o conceito de agricultura sustentável, abrindo questionamentos quanto a saúde ambiental e humana, bem como a qualidade dos alimentos produzidos.

Frente a isso, a nanotecnologia tende a promover uma revolução, pois essa ciência é capaz de potencializar as propriedades físicas e químicas de materiais, podendo modificar algumas de suas propriedades como cor, resistência, condutividade, reatividade, entre muitas outras características, possibilitando novas aplicações para o uso deles. Ela é uma ciência multidisciplinar que trabalha na escala nanométrica, equivalente a 1×10^{-9} metros, e para que um material seja considerado nanotecnológico, além do tamanho dentro dessa escala, é necessário que haja modificações nas suas propriedades físico-químicas associadas ao tamanho da partícula (RESCH et al., 2015).

2 | DESENVOLVIMENTO

Na agricultura, a nanotecnologia pode ser utilizada em diversas aplicações como: construção de nanossensores aplicados no controle de qualidade da água da chuva ou para monitorar contaminações por metal pesado nos solos e alimentos, produção de nanofertilizantes que devido a redução do tamanho da partícula tem maior reatividade, e nanopesticidas com menor impacto ambiental (PARISI; VIGANI; RODRÍGUEZ-CEREZO, 2015; ANIS et al., 2016; CHHIPA et al., 2019), entre outras aplicações.

A construção de nanossensores utiliza-se de nanomateriais que ao menos uma de suas dimensões, ou todas elas, seu tamanho está na escala nanométrica. Quando um sensor possui nanotecnologia, as suas propriedades óticas e eletrônicas são otimizadas, pois a quantidade de átomos na superfície dos materiais é aumentada sem haver aumento de volume do material (IFTIKHAR et al., 2019). Pirmagomedov et al. (2019), propôs um sistema de monitoramento de solos e/ou barragens, para grandes áreas, que utilizam nanossensores e Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT), em que o VANT ao sobrevoar a área com os sensores emitiria energia eletromagnética ativando-os, e com conexão wireless os dados seriam coletados para posterior análise.

Outras aplicações são os nanofertilizantes, que englobam vários conceitos da nanotecnologia, como por exemplo carreamento e liberação controlada de substâncias que podem ser observadas na produção de nanopartículas de hidroxiapatita, utilizada para adubação de fósforo, em que ao se reduzir o tamanho aumenta-se a solubilidade e mobilidade do mineral no solo, e quando associada com Nitrogênio (N) aumenta a eficiência agrônômica, porque o N fica ligado a superfície das nanopartículas e, gradativamente, conforme as ligações químicas vão se desfazendo, ele é liberado, reduzindo assim as perdas por volatilização do produto (KOTTEGODA et al., 2017).

2.1 Proteção de cultivos na agricultura 4G

A proteção de cultivos com o uso dos nanopesticidas, como por exemplo, os nanofungicidas, pode ser realizada com a produção de nanopartículas que tenham atividade antimicrobiana, como nanopartículas de prata e de cobre (ELMER; MA; WHITE, 2018). Estas estruturas são pioneiras no controle de fitopatógenos, que na escala nanométrica apresentam alta permeabilidade as membranas celulares e alta toxicidade à fungos e bactérias (NARWARE et al., 2019). Além disso, nanopartículas de prata quando associadas a um fungicida, aceleraram em 90% a degradação do produto, ajudando a eliminar os resíduos quando em exposição a luz solar (XUE et al., 2016).

Além da produção de nanopartículas com atividade antifúngica e antimicrobiana

a nanotecnologia é capaz de desenvolver nanossistemas inteligentes capazes de exercerem determinadas ações aos quais eles são propostos, como o caso da nanoencapsulação de ingrediente ativo (i.a.), que permite que eles estejam mais estáveis quando encontrarem alguns fatores ambientais, como exposição ao oxigênio, umidade e luz (MORA-HUERTAS; FESSI; ELAISSARI, 2010). Essa técnica é muito estudada principalmente pela indústria farmacêutica, devido ao mecanismo de liberação controlada que a nanoestrutura promove para a molécula de interesse, obtendo melhor eficiência justamente pelo fato de se utilizar dosagens menores, promovendo redução dos efeitos colaterais e por manter a molécula ativa por mais tempo (GARCÍA; FORBE; GONZALEZ, 2010; ZHAI et al., 2014; RESNIER et al., 2017; FABBRI et al., 2020). Essa técnica também pode ser empregada para i.a. de interesse agrônômico sendo que os nanossistemas mais utilizados no aprisionamento e entrega deles são as nanocápsulas poliméricas de núcleo lipídico (LNC), nanoemulsões (NE) e lipossomas (LP).

As LNC's são nanopartículas poliméricas elaboradas a partir de alguns polímeros, como o sintético, biodegradável e biocompatível, Poly ϵ -caprolactona (PCL), que funciona como uma barreira semipermeável estando na interface entre o núcleo oleoso, onde está o ativo, e o meio externo liberando assim gradativamente o i.a. (VAUTHIER; BOUCHEMAL, 2008).

Os métodos de desenvolvimento de nanocápsulas se dividem em dois grandes grupos: o primeiro, parte da polimerização de monômeros, ou seja, construção do polímero durante o processo de desenvolvimento das nanoestruturas. Já o segundo, comumente mais utilizado, a deposição de polímero pré-formado (RAO; GECKELER, 2011), este abrange um grupo de técnicas de desenvolvimento que se baseia na completa dissolução do polímero e do i.a. em um solvente que será miscível a um meio não-solvente. Então, com a miscibilidade deles ocorre a precipitação do polímero originando as nanoestruturas (FESSI et al., 1989).

As NE's, por sua vez, são semelhantes às LNC's, entretanto não possuem a camada polimérica. São nanogotículas da fase oleosa em uma fase externa aquosa (ASSIS et al., 2012), estabilizadas com tensoativos, como o monoestearato de sorbitano e polissorbato 80. NE's apresentam compatibilidade com a membrana celular e maleabilidade na nanoestrutura desenvolvida (YUKUYAMA et al., 2015). Para o desenvolvimento das nanoemulsões é necessário que haja agitação no sistema para que as fases oleosa e aquosa se dispersem, e adição de tensoativos que irão reduzir a tensão superficial das fases evitando a coalescência das gotículas. Desse modo, a técnica de emulsão espontânea é uma das mais empregadas (BOUCHEMAL et al., 2004).

Os lipossomas são vesículas artificiais com característica anfifílica e mimetizam a membrana celular (STORM; CROMMELIN, 1998). Eles são muito promissores

na entrega de i.a., e podem ser desenvolvidos a partir de fosfolípidios como a fosfatidilcolina, derivada da soja, que garante à estrutura uma membrana com dupla camada, permeável e bem fluida, porém mais instável (FAN; ZHANG, 2013) quando comparado às nanoestruturas já citadas.

Existem diversos métodos de desenvolvimento dessa estrutura originando lipossomas com características diferentes a respeito de tamanho, número de lamelas. Um dos métodos de desenvolvimento comumente utilizado é denominado de hidratação de filme fino, onde os fosfolípidios são dispostos em um filme muito fino que será hidratado por uma solução aquosa, que permanecerá em agitação sobre esse filme para a formação das vesículas (LI et al., 2011). Durante esse processo, são formadas partículas de tamanhos desuniformes com até micrômetros de diâmetro, então a redução do tamanho delas ocorre pela sonicação e pelo processo de extrusão, que as força a passarem por uma barreira física e se reorganizarem em estruturas muito menores (AKBARZADEH et al., 2013).

Os nanossistemas inteligentes, como mencionado anteriormente, podem ser manipulados em estruturas mais especializadas através da modificação ou ornamentação da superfície das partículas, por exemplo com o revestimento de LNC's com uma solução de quitosana, modifica-se o potencial eletrocinético em dispersões coloidais (potencial Zeta) das partículas (BENDER et al., 2012), tornando-as com potencial zeta positivo e conferindo a estas maior capacidade bioadesiva, fazendo com que as LNC's fiquem aderidas a superfície aplicada e, liberem gradativamente o princípio ativo contido em seu núcleo (CÉ et al., 2016). Com a ornamentação das superfícies dos nanossistemas com o polímero polietilenoglicol (PEG) a nanoestrutura apresenta características anfífilas, facilitando assim as interações com moléculas hidrofílicas e hidrofóbicas (CHEN et al., 2019; LALLOZ et al., 2019).

A nanoencapsulação não se limita a somente moléculas sintéticas sendo empregada também em óleos essenciais (OEs) para o controle de fitopatógenos, principalmente nos alimentos armazenados em pós-colheita. Os OEs são substâncias químicas que promovem o estresse oxidativo de membranas e de algumas organelas, como as mitocôndrias e, em certas concentrações, apresentam citotoxicidade as células vivas, deste modo, essas substâncias têm grande importância no controle do crescimento de patógenos e conseqüentemente redução na produção de micotoxinas. Porém os OEs são compostos com prazo de validade curto, visto que não possuem resistência a oxidação e não são termoestáveis sendo volatilizados e perdendo suas propriedades biológicas rapidamente (JAMPÍLEK; KRÁIOVÁ, 2020).

A nanoencapsulação de OEs pode solucionar as instabilidades físico-químicas desses princípios ativos, pois eles permanecerão na fase interna da formulação, reduzindo o contato físico com adversidades externas, aumentando o seu prazo de validade e sem comprometer as suas propriedades biológicas (BERNARDOS et

al., 2014). Mas o desenvolvimento e o método de obtenção do nanossistema deve respeitar à instabilidade térmica desses compostos, escolhendo técnicas que não utilizem altas temperaturas, evitando assim, a degradação dos compostos durante o processo de desenvolvimento, como por exemplo, as nanopartículas de sílica, nanoemulsões óleo-água (WAN et al., 2018) e nanopartículas lipídicas sólidas (NASSERI et al., 2016).

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Deste modo, quando se trata de problemas ambientais a nanotecnologia pode oferecer diversas alternativas para tornar a agricultura da era 4G mais verde, menos agressiva ao ambiente e aos seres vivos e mais sustentável, seja pela redução da contaminação por micotoxinas presentes em alimentos utilizando nanopartículas (GACEM et al., 2020), tratamento e remoção de poluentes orgânicos de águas residuais utilizando fotocatalizadores de nano-heterojunção (WANG et al., 2020), desenvolvimento de biodiesel com nanoemulsão de óleo da casca da laranja acrescido de nanopartículas de dióxido de titânio reduzindo a emissão de fumaça e seus poluentes (KUMAR; KANNAN; NATARAJ, 2020) ou, produção de embalagens transparentes de alimentos com nanofibras de gengibre que possuem atividade antimicrobiana e aumentam o tempo de prateleira dos alimentos (ABRAL et al., 2020).

Desta forma, o desenvolvimento e adaptação de nanossistemas inteligentes, que possam ser ordenados e manipulados a fim de solucionar os problemas enfrentados a campo, permitirão a produção de alimentos em quantidade e qualidade necessárias para atender as novas demandas resultantes do crescimento populacional, proporcionando sustentabilidade aos sistemas agrícolas.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Mato Grosso – Campus de Sinop e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais pela estrutura oferecida aos acadêmicos;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso pela concessão da bolsa de pós-graduação do autor Anderson Barzotto processo nº 88882.167342/2018-01.

REFERÊNCIAS

ABRAL, Hairul et al. Transparent and antimicrobial cellulose film from ginger nanofiber. *Food Hydrocolloids*, [s.l.], v. 98, p.105266-105298, jan. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105266>.

AKBARZADEH, Abolfazl et al. Liposome: classification, preparation, and applications. *Nanoscale*

Research Letters, [s.l.], v. 8, n. 1, p.1-9, 22 fev. 2013. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1186/1556-276x-8-102>.

ANIS, Mohab et al. Agricultural Applications. Nanovate, [s.l.], p.235-242, 9 dez. 2016. Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-44863-3_13.

ASSIS, Letícia Marques de et al. Revisão: características de nanopartículas e potenciais aplicações em alimentos. Brazilian Journal of Food Technology, [s.l.], v. 15, n. 2, p.99-109, 24 abr. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1981-67232012005000004>.

BENDER, Eduardo A. et al. Hemocompatibility of poly(ϵ -caprolactone) lipid-core nanocapsules stabilized with polysorbate 80-lecithin and uncoated or coated with chitosan. International Journal of Pharmaceutics, [s.l.], v. 426, n. 1-2, p.271-279, abr. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpharm.2012.01.051>.

BERNARDOS, Andrea et al. Antifungal effect of essential oil components against *Aspergillus niger* when loaded into silica mesoporous supports. Journal of the Science of Food and Agriculture, [s.l.], v. 95, n. 14, p.2824-2831, 19 dez. 2014. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.7022>.

BOUCHEMAL, K. et al. Nano-emulsion formulation using spontaneous emulsification: solvent, oil and surfactant optimization. International Journal of Pharmaceutics, [s.l.], v. 280, n. 1-2, p.241-251, ago. 2004. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpharm.2004.05.016>.

CARDOSO, Franciano Dias Pereira et al. Expansão recente da fronteira agrícola e o consumo de produtos agroquímicos: indicadores e possíveis impactos na saúde do trabalhador do campo em Porto Nacional – Tocantins. Revista de Administração e Negócios da Amazônia, [s.l.], v. 9, n. 3, p.37-59, 1 out. 2017. Revista de Administração e Negócios da Amazônia. <http://dx.doi.org/10.18361/2176-8366/rara.v9n3p37-59>.

CARNEIRO, Fernando Ferreira et al (Org.). Dossiê ABRASCO: Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro / São Paulo: Expressão Popular, 2015. 628 p.

CÉ, Rodrigo et al. Chitosan-coated dapson-loaded lipid-core nanocapsules: Growth inhibition of clinical isolates, multidrug-resistant *Staphylococcus aureus* and *Aspergillus* ssp. Colloids And Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, [s.l.], v. 511, p.153-161, dez. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.colsurfa.2016.09.086>.

CHEN, Hanpeng et al. Mucus penetrating properties of soft, distensible lipid nanocapsules. European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics, [s.l.], v. 139, p.76-84, jun. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejpb.2019.02.020>.

CHHIPA, Hemraj. Applications of nanotechnology in agriculture. Methods in Microbiology, [s.l.], p.115-142, 2019. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/bs.mim.2019.01.002>.

ELMER, Wade; MA, Chuanxin; WHITE, Jason. Nanoparticles for plant disease management. Current Opinion in Environmental Science & Health, [s.l.], v. 6, p.66-70, dez. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.coesh.2018.08.002>.

FABBRI, Julia et al. Do albendazole-loaded lipid nanocapsules enhance the bioavailability of albendazole in the brain of healthy mice? Acta Tropica, [s.l.], v. 201, jan. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.actatropica.2019.105215>.

FAN, Yuchen; ZHANG, Qiang. Development of liposomal formulations: From concept to clinical investigations. Asian Journal of Pharmaceutical Sciences, [s.l.], v. 8, n. 2, p.81-87, abr. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajps.2013.07.010>.

FAO. The State of Food Insecurity in the World: Strengthening the enabling environment for food security and nutrition. Fao. Roma, p. 01-57. jan. 2014.

FESSI, H. et al. Nanocapsule formation by interfacial polymer deposition following solvent displacement. *International Journal of Pharmaceutics*, [s.l.], v. 55, n. 1, p.1-4, out. 1989. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0378-5173\(89\)90281-0](http://dx.doi.org/10.1016/0378-5173(89)90281-0).

GACEM, Mohamed Amine et al. Mycotoxins. *Nanomycotoxicology*, [s.l.], p.189-216, 2020. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-817998-7.00008-2>.

GARCÍA, Mario; FORBE, Tamara; GONZALEZ, Eric. Potential applications of nanotechnology in the agro-food sector. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, [s.l.], v. 30, n. 3, p.573-581, set. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-20612010000300002>.

IFTIKHAR, Faiza Jan et al. Introduction to Nanosensors. *New Developments in Nanosensors for Pharmaceutical Analysis*, [s.l.], p.1-46, 2019. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-816144-9.00001-8>.

JAMPÍLEK, Josef; KRÁĪOVÁ, Katarína. Impact of nanoparticles on toxigenic fungi. *Nanomycotoxicology*, [s.l.], p.309-348, 2020. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-817998-7.00014-8>.

KOTTEGODA, Nilwala et al. Urea-Hydroxyapatite Nanohybrids for Slow Release of Nitrogen. *Acs Nano*, [s.l.], v. 11, n. 2, p.1214-1221, 25 jan. 2017. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/acsnano.6b07781>.

KUMAR, Ar. Mahesh; KANNAN, M.; NATARAJ, G. A study on performance, emission and combustion characteristics of diesel engine powered by nano-emulsion of waste orange peel oil biodiesel. *Renewable Energy*, [s.l.], v. 146, p.1781-1795, fev. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2019.06.168>.

LALLOZ, Augustine et al. Subtle and unexpected role of PEG in tuning the penetration mechanisms of PLA-based nano-formulations into intact and impaired skin. *International Journal of Pharmaceutics*, [s.l.], v. 563, p.79-90, maio 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpharm.2019.02.039>.

LI, Wei et al. RGD-targeted paramagnetic liposomes for early detection of tumor: In vitro and in vivo studies. *European Journal of Radiology*, [s.l.], v. 80, n. 2, p.598-606, nov. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2011.01.051>.

MORA-HUERTAS, C.e.; FESSI, H.; ELAISSARI, A. Polymer-based nanocapsules for drug delivery. *International Journal of Pharmaceutics*, [s.l.], v. 385, n. 1-2, p.113-142, jan. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpharm.2009.10.018>.

NARWARE, Jeetu et al. Silver nanoparticle-based biopesticides for phytopathogens: Scope and potential in agriculture. *Nano-biopesticides today and Future Perspectives*, [s.l.], p.303-314, 2019. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-815829-6.00013-9>.

NASSERI, Mahboobeh et al. Antifungal activity of Zataria multiflora essential oil-loaded solid lipid nanoparticles in-vitro condition. *Iranian Journal Of Basic Medical Sciences*. Mashhad, p. 1231-1237. Nov. 2016.

PARISI, Claudia; VIGANI, Mauro; RODRÍGUEZ-CEREZO, Emilio. Agricultural Nanotechnologies: What are the current possibilities?. *Nano Today*, [s.l.], v. 10, n. 2, p.124-127, abr. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.nantod.2014.09.009>.

PIGNATI, Wanderlei; OLIVEIRA, Noemi Pereira; SILVA, Ageo Mário Cândido da. Vigilância aos agrotóxicos: quantificação do uso e previsão de impactos na saúde-trabalho-ambiente para os municípios brasileiros. *Ciência & Saúde Coletiva*, [s.l.], v. 19, n. 12, p.4669-4678, dez. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1413-812320141912.12762014>.

PIRMAGOMEDOV, Rustam et al. UAV-based gateways for wireless nanosensor networks deployed

- over large areas. *Computer Communications*, [s.l.], v. 146, p.55-62, out. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.comcom.2019.07.026>.
- RAO, J. Prasad; GECKELER, Kurt E. Polymer nanoparticles: Preparation techniques and size-control parameters. *Progress in Polymer Science*, [s.l.], v. 36, n. 7, p.887-913, jul. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2011.01.001>.
- RESCH, Sibelly; FARINA, Milton Carlos. MAPA DO CONHECIMENTO EM NANOTECNOLOGIA NO SETOR AGROALIMENTAR. *Ram. Revista de Administração Mackenzie*, [s.l.], v. 16, n. 3, p.51-75, jun. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1678-69712015/administracao.v16n3p51-75>.
- RESNIER, Pauline et al. Efficient ferrocifen anticancer drug and Bcl-2 gene therapy using lipid nanocapsules on human melanoma xenograft in mouse. *Pharmacological Research*, [s.l.], v. 126, p.54-65, dez. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.phrs.2017.01.031>.
- STORM, Gert; CROMMELIN, Daan J.a. Liposomes: quo vadis?. *Pharmaceutical Science & Technology Today*, [s.l.], v. 1, n. 1, p.19-31, abr. 1998. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s1461-5347\(98\)00007-8](http://dx.doi.org/10.1016/s1461-5347(98)00007-8).
- SUGAYAMA, Regina Lúcia et al (Ed.). *Defesa Vegetal: Fundamentos, Ferramentas, Políticas e Perspectivas*. Belo Horizonte: Sbd, 2015. 537 p.
- VAUTHIER, Christine; BOUCHEMAL, Kawthar. Methods for the Preparation and Manufacture of Polymeric Nanoparticles. *Pharmaceutical Research*, [s.l.], v. 26, n. 5, p.1025-1058, 24 dez. 2008. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11095-008-9800-3>.
- WAN, Jing et al. Influence of oil phase composition on the antifungal and mycotoxin inhibitory activity of clove oil nanoemulsions. *Food & Function*, [s.l.], v. 9, n. 5, p.2872-2882, 2018. Royal Society of Chemistry (RSC). <http://dx.doi.org/10.1039/c7fo02073b>.
- WANG, Jie et al. Rapid toxicity elimination of organic pollutants by the photocatalysis of environment-friendly and magnetically recoverable step-scheme SnFe₂O₄/ZnFe₂O₄ nano-heterojunctions. *Chemical Engineering Journal*, [s.l.], v. 379, p.122264-122303, jan. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cej.2019.122264>.
- XUE, Jingzhe et al. Integrated nanotechnology for synergism and degradation of fungicide SOPP using micro/nano-Ag₃PO₄. *Inorganic Chemistry Frontiers*, [s.l.], v. 3, n. 3, p.354-364, 2016. Royal Society of Chemistry (RSC). <http://dx.doi.org/10.1039/c5qi00186b>.
- YUKUYAMA, M. N. et al. Nanoemulsion: process selection and application in cosmetics - a review. *International Journal of Cosmetic Science*, [s.l.], v. 38, n. 1, p.13-24, 28 jul. 2015. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/ics.12260>.
- ZHAI, Yingjie et al. Lipid nanocapsules for transdermal delivery of ropivacaine: in vitro and in vivo evaluation. *International Journal Of Pharmaceutics*, [s.l.], v. 471, n. 1-2, p.103-111, ago. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpharm.2014.05.035>.

BIOATIVAÇÃO DO SOLO NO CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS

Data de aceite: 22/01/2020

E-mail:krfestrada@uem.br

Bruna Broti Rissato

Doutoranda em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PGA), Universidade Estadual de Maringá - UEM, *Campus Maringá/PR.*

Amanda do Prado Mattos

Mestranda em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PGA), Universidade Estadual de Maringá - UEM, *Campus Maringá/PR.*

Jéssica Brasau da Silva

Mestranda em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PGA), Universidade Estadual de Maringá - UEM, *Campus Maringá/PR.*

Camila Rocco da Sila

Mestranda em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PGA), Universidade Estadual de Maringá - UEM, *Campus Maringá/PR.*

PR. E-mail: camila_rocco@hotmail.com; jessicabrasau@hotmail.com; pradomattosa@gmail.com

Higo Forlan Amaral

Dr. docente do curso de Agronomia, Centro Universitário Filadélfia (UniFiL), Londrina - PR. Docente no Programa de Pós-graduação Profissional em Agroecologia da Universidade Estadual de Maringá (PROFAGROECO/UEM).
E-mail: higoamaral@gmail.com

Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada

Dr^a.Sc., Professora Associada C, Bolsista Pq2, Centro de Ciências Agrárias (CCA), Universidade Estadual Maringá - UEM, *Campus Maringá/PR.*

RESUMO: Durante o ciclo produtivo, as culturas, de modo geral, podem ser afetadas por doenças causadas por fitopatógenos de solo, as quais, além de diminuir a produtividade final, depreciam a qualidade do produto. Os manejos inadequados do solo, tais como o plantio convencional e a monocultura, aliados à ausência de matéria orgânica, contribuem para o agravamento de tais doenças, as quais tem ocorrência generalizada no Brasil, principalmente em áreas exauridas e degradadas. Surge, então, a necessidade de se integrar os métodos de controle existentes, aos quais, recentemente, inclui-se a bioativação do solo. Nesse contexto, esta revisão teve por objetivo apresentar trabalhos de pesquisa que relataram a importância da bioativação do solo para o controle de doenças em plantas e a melhoria do sistema agrícola, através da adoção de técnicas de manejo adequadas.

PALAVRAS-CHAVE: Bokashi, microrganismos, supressão de doenças.

SOIL BIOACTIVATION IN PLANT DISEASE CONTROL

ABSTRACT: During the productive cycle, diseases caused by soil phytopathogens, which, in addition to decreasing the final productivity,

depreciate the quality of the product, in general, can affect crops. Inadequate soil management, such as conventional planting and monoculture, along with the absence of organic matter, contribute to the aggravation of such diseases, which are widespread in Brazil, especially in depleted and degraded areas. The need arises to integrate existing control methods to which bio-activation of soil has recently been included. In this context, this review aimed to present research that reported the importance of soil bio activation for the control of plant diseases and the improvement of the agricultural system, through the adoption of adequate management techniques

KEYWORDS: Bokashi, microorganisms, diseases suppression.

1 | INTRODUÇÃO

Os microrganismos que estão presentes no solo possuem funções metabólicas de grande importância para o crescimento das plantas (COSTANZA et al., 1997). Tal atividade torna os solos bioativos, os quais tem capacidade de suprimir patógenos e, por isso, são meios para se alcançar o controle sustentável de doenças. Além disso, tais solos são sistemas ideais de estudo para elucidar a interação microbiana na rizosfera, a qual é determinante ao desenvolvimento vegetal (CHA et al., 2016).

A atividade dos microrganismos afeta diretamente os atributos químicos e físicos do solo, bem como a meso e macrofauna, contribuindo, ativamente, para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas (PEREIRA et al., 2007). Dentre os fatores limitantes à atividade microbiana estão a disponibilidade de água, energia e nutrientes, a temperatura, a radiação e a distribuição dos agregados do solo (STOTZKY, 1997; HUNGRIA, 2000).

A manutenção da microbiota do solo permite que os microrganismos benéficos desenvolvam o seu papel ecológico em relação ao solo e as plantas, como as micorrizas, por exemplo, que são fungos que “laçam” as partículas do solo, ajudando a formar agregados ou pequenos torrões que são “colados” por substâncias cimentantes produzidas pelas bactérias (PAULUS et al., 2000). Os diferentes manejos do solo e das culturas afetam o equilíbrio existente entre o solo e os organismos que nele habitam, de modo que o sistema de plantio direto tem-se mostrado uma das melhores alternativas conservacionistas para os solos brasileiros (AMADO et al., 2001).

Nesse contexto, a matéria orgânica tem uma grande importância na manutenção da microbiota do solo, a qual pode ser incrementada pela incorporação de resíduos vegetais que, preferencialmente, devem ser deixados na superfície do solo, através da técnica do plantio direto ou cultivo mínimo (PAULUS et al., 2000).

Em cultivos onde o SPD é utilizado, existe aumento dos teores de matéria orgânica no solo (BALOTA et al., 2003; FEBRAPDP, 2005). A grande maioria da

retenção de compostos orgânicos no solo sob SPD se deve ao aumento da agregação das partículas do solo (BEARE et al, 1995), as quais protegem fisicamente a matéria orgânica, por formarem barreira que isola os microrganismos do substrato e influírem na ciclagem da biomassa microbiana, visto que diminuem as variações de temperatura e umidade no solo ao longo do dia (ELLIOTT et al, 1988).

O fenômeno de alguns solos prevenirem naturalmente o estabelecimento de patógenos ou inibirem as suas atividades patogênicas é denominado supressividade e os solos com essas características, denominados solos supressivos, oposto de solos conducentes (BAKER E CHET, 1984).

Um fato que, frequentemente, é observado pelos agricultores é a menor incidência de fitopatógenos habitantes do solo em uma determinada área, em comparação com áreas próximas (GHINI et al, 2001). Nesses solos, denominados supressivos, segundo Baker e Cook (1974), o desenvolvimento de doenças é suprimido mesmo se o patógeno for introduzido na presença do hospedeiro suscetível, podendo o patógeno não se estabelecer; se estabelecer, mas não produzir doença; se estabelecer e causar doença por um determinado período, porém sofrer um declínio com o tempo.

Assim, existem solos que suprimem os patógenos pela sua capacidade em reduzir a densidade de inóculo e suas atividades saprofiticas; enquanto outros suprimem a doença pela capacidade de reduzir a severidade da doença, mesmo com alta densidade de inóculo e capacidade de sobrevivência do patógeno (MICHEREFF et al., 2005). Portanto, as propriedades do solo, o microbioma do solo e sua diversidade, a natureza das culturas e seu sistema radicular são alterados para o desenvolvimento de solo supressivo para manejar os patógenos transmitidos pelo solo através de um ou mais mecanismos como antibiose, alelo-químicos, competição por nicho e nutrientes, parasitismo e induzir resistência, entre outros. As práticas de manejo como o preparo do solo, solarização do solo, uso de sementes orgânicas, adubos orgânicos incluindo adubos verdes, rotação de culturas, biofertilizantes e agentes de biocontrole “trabalham” o solo - sistema microbiano favorável ao desenvolvimento de solo supressivo e à colheita de alto rendimento sustentável (YADAV et al., 2015).

A rotação de cultura, uma das práticas agrícolas, é a principal recomendação para o manejo de patógenos habitantes do solo, sendo o seu uso sugerido há muito tempo (SANTOS et al., 1987). Essa prática constitui-se na alternância de diferentes culturas em uma mesma área, de modo que ausência do hospedeiro preferencial e o aumento da microbiota do solo são os fatores determinantes para o sucesso do manejo (BAKHSHANDEH et al., 2017).

2 | DESENVOLVIMENTO

2.1 Fatores que influenciam a bioativação do solo

A alta e variada população de microrganismos habitantes do solo é responsável direta ou indiretamente, pelos diversos processos bioquímicos relacionados ao sistema solo-planta, possuindo assim, primordial importância na sustentabilidade da produção (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006). Assim como a atividade microbiana exerce forte influência nas características físicas químicas do solo, o tipo de manejo realizado também é considerado um importante promotor ou até depreciador da dinâmica populacional destes microrganismos.

O monitoramento das alterações ocorridas nos atributos de solo em agro ecossistemas, condicionadas pelos diferentes sistemas e práticas de manejo, é essencial para definir e traçar estratégias com menores impactos ao meio ambiente (CHERUBIN et al., 2015). Nesse contexto, diversas pesquisas investigam os efeitos de diferentes práticas de manejos, às quais incluem-se o plantio direto, a incorporação de matéria orgânica ao solo e a rotação de culturas.

2.2 Plantio direto

Em estudos comparativos realizados no Brasil, via de regra, foi constatado que a biomassa microbiana é maior em solos sob o sistema de plantio direto do que sob plantio convencional (CATTELAN et al., 1997a, CATTELAN et al., 1997b; BALOTA et al., 2003; FRANCHINI et al., 2007). Comparando o efeito de diferentes sistemas de manejo sobre os atributos biológicos do solo, Cunha et al. (2011), relataram redução da biomassa microbiana no preparo convencional, o que sinaliza que esse manejo contribui para reduzir a quantidade e, possivelmente, a diversidade de microrganismos, com grande impacto na microbiota do solo. Constatação semelhante foi feita por Santos et al. (2008), os quais verificaram que em áreas sob sistema de plantio direto a biomassa microbiana foi superior, bem como o número de esporos micorrízicos formados.

Pereira et al. (2007), relataram os benefícios da adoção do plantio direto, o qual, quando comparado ao plantio convencional, apresentou maior diversidade genética da comunidade bacteriana, com incrementos de 114% e 157%, respectivamente, nos teores de C e N e portanto, rendimentos mais elevados. A mesma correlação foi comprovada por Cattelan et al. (1997a), os quais observaram que biomassa microbiana do solo e rendimento de grãos são variáveis diretamente proporcionais.

Nestas condições de manejo, a palha proveniente do cultivo anterior serve como substrato para decomposição por microrganismos, promovendo condições de menor amplitude térmica, maior umidade e aporte de carbono, além de propiciar o aumento de matéria orgânica, favorecendo a população de microrganismos, inclusive

os fitopatogênicos (COELHO et al., 2013). Contudo, a forte interferência do plantio direto sobre a disponibilidade de nutrientes e a presença de substâncias alelopáticas ou antagônicas, associados a mudança de hospedeiros pela rotação de culturas, afetam a dinâmica populacional destes fitopatógenos (REIS et al., 2011).

2.3 Matéria Orgânica

Em inúmeros trabalhos de pesquisa, a matéria orgânica é apontada como o principal fator de supressividade do solo aos patógenos. Isso porque, a deposição de material vegetal nas camadas superficiais de solo, incrementa a matéria orgânica e estimula a atividade microbiana do solo, principal responsável pela redução da patogenicidade dos microrganismos, a qual é beneficiada pela elevada presença de substratos orgânicos reduzidos que servem como fonte de energia e carbono (SANTOS et al., 2008; TOMAZELI et al., 2011).

Ao avaliarem o efeito da incorporação de matéria orgânica no solo, Tomazeli et al. (2011), relataram a eficácia da cama-de-aviário em reduzir a incidência de *Sclerotium rolfsii*. Conclusões semelhantes foram descritas por Ghini et al. (2002), os quais relataram que a incidência de *Pythium* spp. em plântulas de pepino foi inversamente proporcional ao volume de cama-de-aviário adicionado ao solo.

Outras substâncias orgânicas, além do carbono, presentes em solos bem manejados, tais como vitaminas, aminoácidos, purinas e hormônios, são essenciais para a germinação, colonização e divisão celular de microrganismos. Tais fatores estimulam a presença de bactérias auxotróficas, ou seja, que necessitam de uma ou mais vitaminas para seu desenvolvimento, as quais constituem grande parte das espécies bacterianas (MICHEREFF et al., 2005). A ação supressora de organismos fitopatogênicos por bactérias habitantes do solo tem ganhado destaque, principalmente pelos gêneros *Pseudomonas*, *Bacillus* spp., e *Streptomyces* spp. (FILHO et al., 2010).

Silva et al. (2017), constataram que a adição de matéria orgânica ao solo resultou no controle da podridão radicular da mandioca, causada por *Phytophthora* sp. A maior supressão foi relacionada às bactérias gram-negativas, as quais apresentaram coeficiente de correlação negativo com *Fusarium solani*, comprovando a sua natureza antagonista contra fungos fitopatogênicos. O caráter antagonista de determinadas espécies de bactéria, pode ser atribuído ao fato de estas produzirem tiopeptídeo associado à supressão de doenças. Sendo assim, são mais abundantes em solos supressivos do que em os solos propícios à doenças (CHA et al., 2016), o que revela sua capacidade de bioativação do solo.

2.4 Bokashi

Nesse contexto, a bioativação do solo por meio da matéria orgânica, também pode ser incrementada pelo uso de biofertilizantes, tais como o Bokashi. Tal composto é uma mistura de diversos tipos de matéria orgânica rica em bactérias, leveduras, actinomicetos e outros microrganismos ocorrentes naturalmente no ambiente, os quais fermentam a matéria orgânica liberando ácidos orgânicos, vitaminas, enzimas, aminoácidos e polissacarídeos benéficos ao desenvolvimento vegetal (CAMATTI-SARTORI et al., 2011), os quais induzem resistência e fornecem maior proteção às plantas contra o ataque de agentes externos, além de contribuírem para a formação de compostos eficazes no processo de fertilização natural dos solos (MAGRINI et al., 2011).

A composição do Bokashi é diversa, mas em geral, os principais ingredientes são farelos de trigo, arroz e cevada, e tortas de mamona, girassol e amendoim, entre outros resíduos vegetais. Como fonte energética para os microrganismos do composto, pode-se adicionar cana-de-açúcar, açúcar mascavo, bagaço de cana ou outros. Podem ser adicionadas ao Bokashi, farinhas de carne e osso de origem animal e farinha de peixe, assim como minerais naturais tais como fosfatos, pós de rochas e calcário (SIQUEIRA e SIQUEIRA, 2013).

O bokashi tem a capacidade de melhorar as condições de solos seriamente degradados, como exemplo de solos de reflorestamento. Em um reflorestamento experimental de pinus, onde a área foi previamente tratada com Bokashi, observou-se que a taxa de sobrevivência das mudas aumentou de 83 para 100%. Da mesma forma, as mudas plantadas em solos com Bokashi foram significativamente mais altas do que aquelas plantadas em solos não modificados, com alteração de 86 cm para 152 cm (JARAMILLO-LÓPEZ et al, 2015).

A incorporação de Bokashi, resulta na redução do índice de doenças do solo, porque tais compostos introduzem populações externas de microrganismos com capacidade fisiológica variável (HIGA, 1993). Resultados obtidos por Duarte et al. (2006), permitem concluir que a incorporação de Bokashi ao solo reduziu a densidade populacional de *F. solani f. sp. piperis* em mais de 90%, resultando em baixo índice de incidência de podridão-das-raízes em mudas de pimenteira-do-reino, tornando o solo conduçivo em supressivo.

Ferreira et al. (2017), mostram que a utilização de Bokashi no cultivo de alface, nas doses entre 13 e 14 g/planta, indiferente da época de aplicação, controlaram os nematoides das galhas radiculares *Meloidogyne javanica*, assim como aumentaram a massa fresca das plantas. Da mesma forma, Roldi et al., (2013) averiguaram a redução na reprodução de *M. incognita* no tomateiro de 5857,8 para 251,4 ovos+J2/g, utilizando 20 g/planta de Bokashi. Doenças como a hérnia das crucíferas em

repolho, causada pelo patógeno *Plasmodiophora brassicae*, bem como a podridão-mole, causada por *Pectobacterium carotovorum*, também tiveram sua incidência e severidade reduzidas com a dosagem 400 g/m² de Bokashi (CONDÉ et al., 2017).

Desta forma, o Bokashi é considerado uma ótima alternativa para a bioativação do solo, pois além de ser fonte de nutrientes para as plantas, promove o aumento e a diversidade de organismos que vivem no solo, e que são benéficos ao meio, como os microrganismos eficientes (EM), que atuam direta ou indiretamente no controle de doenças de plantas (SIQUEIRA e SIQUEIRA, 2013).

2.5 Microrganismos eficientes

Os microrganismos eficazes (EM) são constituídos de culturas de microrganismos vivos, como as bactérias e fungos, que são encontrados em abundância em solos férteis como os solos naturais de matas, e que produzem substâncias orgânicas benéficas ao solo e as plantas. Os EM podem ser bactérias fotossintéticas (*Rhodopseudomonas palustris*, *Rhodobacter sphaeroides*), lactobacillus (*Lactobacillus plantarum*, *L. casei*, *Streptococcus lactis*), leveduras (*Saccharomyces* spp.) e Actinomycetes (*Streptomyces* spp.) (KUSZNIEREWICZ et al., 2017).

De maneira geral, os EM são utilizados em inoculação no solo, aplicação no Bokashi, pulverizações nas folhas, tratamentos de sementes, fertirrigação e controle de pragas e doenças. Diferentes preparos de EM podem ser realizados dependendo da utilização. Os EM podem atuar de forma direta ou indireta contra patógenos. Como exemplo de atuação indireta, os odores liberados podem repelir insetos pragas, podendo ser utilizado como tratamento preventivo (OLLE e WILLIAMS, 2013).

Estudos mostraram que esses microrganismos eficientes também atuam nas propriedades químicas e físicas do solo, como na agregação de partículas que provocam a rápida secagem da camada superficial. Patógenos de solo como *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Fusarium* spp., *Pythium* spp. e *Phytophthora* spp. podem ser desfavorecidos devido a estas mudanças nas propriedades do solo, pois aumenta a atividade de microrganismos saprofíticos competitivos que estão melhor adaptados a uma camada superficial de solo mais seca. A rápida secagem da camada superficial causada pela agregação de partículas influencia no crescimento e desenvolvimento do mofo branco no alface, causado pelo patógeno *Sclerotinia sclerotiorum*, a partir do atraso da esporulação do fungo e morte de apotécios. Logo, os EM aplicados no solo, competem por nutrientes e aumentam a antibiose, reduzindo número de escleródios no solo (TOKESHI et al., 1996).

Plantas de tomateiro tratadas com Bokashi e EM apresentaram resistência contra *Phytophthora* spp. Tal resistência pode advir da melhora do metabolismo de

nitrogênio destas plantas (Xu et al., 1999). Boliglowa e Glen (2008), verificaram que a utilização de EM em plantas de trigo resultou na defesa da planta contra *Septoria* (*Septoria nodorum*) e ferrugem marrom (*Drechslera tritici-repentis*). Da mesma forma Boliglowa (2006), confirmou a eficiência de EM com folhas de urtiga na defesa de tubérculos de batata, quando aplicados antes do plantio, contra *Rhizoctonia solani*, *Streptomyces scabies* e *Phytophthora infestans*. Desta forma, os EM podem ser utilizados para a proteção de plantas contra patógenos.

2.6 Rotação de Culturas

A rotação de culturas, além de interferir no ciclo biológico de fitopatógenos, é de extrema importância para a manutenção e incremento da microbiota do solo (CATTELAN et al., 1997a). Ao avaliarem a influência do manejo sobre as comunidades microbianas do solo em área cultivada com batata, Larkin et al. (2010), perceberam que o uso de plantas de cobertura, em sistema de rotação de culturas, resultou em aumento considerável nas populações e atividades microbianas. Os mesmos autores também observaram uma redução significativa das doenças ocasionadas por patógenos de solo nos tubérculos de batata.

A ação das raízes de variadas espécies vegetais contribuem para a alteração das características químicas, físicas e biológicas do solo, tais como, agregação de partículas, liberação de compostos voláteis inibidores e alelopáticos e a liberação de produtos orgânicos, como mucigel e exsudados. As substâncias liberadas pelas raízes estão prontamente disponíveis como nutrientes para os microrganismos, o que explica a elevada população na rizosfera (MICHEREFF et al., 2005). Apesar dos exsudatos radiculares serem estímulo à germinação de propágulos de alguns fungos habitantes do solo, o antagonismo pode se dar pela presença de um ou mais microrganismos afetarem profundamente o crescimento e desenvolvimento de outro.

Cha et al. (2016) observaram aumento da incidência de *Fusarium* e redução dos teores de carbono total e nitrogênio em solo cultivado sob sistema de monocultura. A diversidade genética dos rizóbios também é afetada pelo manejo das culturas (PEREIRA et al., 2007). Ferreira et al. (2000) relataram até 11 padrões genômicos distintos de *Bradyrhizobium* em área cultivada sob sistema de rotação de culturas aliado ao plantio direto. Tal diversidade se dá, provavelmente, pelo maior número de espécies de plantas cultivadas na mesma área sob sistema de rotação (PEREIRA et al., 2007).

Portanto, além de efeitos positivos na redução da erosão e na melhoria da qualidade do solo, rotações de culturas efetivas em conjunto com culturas de cobertura de plantio podem proporcionar um melhor controle de doenças transmitidas por fitopatógenos presentes no solo, pela bioativação do mesmo (LARKIN et al., 2010).

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bioativação do solo resulta de uma integração de manejos que visam o aumento da microbiota benéfica do solo, sendo uma técnica potencial para se manter a população de fitopatógenos de solo abaixo do limiar de dano econômico.

Os microrganismos bioativadores do solo são componentes importantes dos agroecossistemas, sendo extremamente sensíveis às condições em que são submetidos e, portanto, rapidamente responsivos à interferência antrópica.

REFERÊNCIAS

AMADO, Telmo J. C. et al. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s.l.], v. 25, n. 1, p.189-197, mar. 2001. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-06832001000100020>.

BAKER, R.; CHET, I. Induction of suppressiveness. In: SCHNEIDER, R. W. (Ed.). **Suppressive soils and plant disease**. St Paul: APS Press, 1984. p. 35-50.

BAKER, K.; COOK, R.J. **Biological control of plant pathogens**. San Francisco: W.h. Freeman And Company, 1974. 433 p. (ISBN : 0716705893).

BAKHSHANDEH, Shiva et al. Effect of crop rotation on mycorrhizal colonization and wheat yield under different fertilizer treatments. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, [s.l.], v. 247, p.130-136, set. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2017.06.027>

BALOTA, Elcio L. et al. Microbial biomass in soils under different tillage and crop rotation systems. **Biology And Fertility Of Soils**, [s.l.], v. 38, n. 1, p.15-20, 1 jun. 2003. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00374-003-0590-9>.

BEARE, M.H. et al. A hierarchical approach to evaluating the significance of soil biodiversity to biogeochemical cycling. **Plant Soil**, (s.l), v. 170, n. 1, p.5-22, mar. 1995.

BOLIGŁOWA, E. Assessment of effective microorganism (EM) activity in potato protection. **Chemia I Inżynieria Ekologiczna**, (S.i), v. 13, n. 6, p.463-469, 2006.

BOLIGŁOWA, E.; GLEN, K. Assessment of effective microorganism activity (EM) in winter wheat protection against fungal diseases. **Ecological Chemistry And Engineering**, (s.i), v. 15, n. 1-2, p.23-27, 2008.

CATTELAN, A.J; GAUDÊNCIO, C.A; SILVA, T.A. Sistemas de culturas em plantio direto e os microrganismos do solo, na cultura da soja, em Londrina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, p.293-301, 1997a.

CATTELAN, A.J; TORRES, E.; SPOLADORI, C.I. Sistemas de preparo com a sucessão trigo/soja e os microrganismos do solo em Londrina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, p.303-311, 1997b.

CHA, Jae-yul et al. Microbial and biochemical basis of a Fusarium wilt-suppressive soil. **The ISME Journal**, [s.l.], v. 10, n. 1, p.119-129, 9 jun. 2015. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1038/ismej.2015.95>.

CHERUBIN, Maurício Roberto et al. Qualidade física, química e biológica de um latossolo com

diferentes manejos e fertilizantes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s.l.], v. 39, n. 2, p.615-625, abr. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/01000683rbc20140462>.

COELHO, Maria Eliani Holanda et al. Coberturas do solo sobre a amplitude térmica e a produtividade de pimentão. **Planta Daninha**, [s.l.], v. 31, n. 2, p.369-378, jun. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-83582013000200014>.

CONDÉ, Viviane Flaviana; OLIVEIRA, Deise Machado; OLIVEIRA, José Emílio Zanzirolani. Incidência e severidade de hérnia das crucíferas (*Plasmodiophora brassicae* W.) em repolho (*Brassica oleracea* L. Var. *capitata*) em solo tratado com biofertilizante tipo bokashi. **Ciência e Natura**, [s.l.], v. 39, n. 1, p.07-15, 29 dez. 2016. Universidade Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/2179460x21445>.

COSTANZA, Robert et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, Londres, v. 387, p.253-259, maio 1997

CUNHA, Eurâmi de Queiroz et al. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho: II - atributos biológicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s.l.], v. 35, n. 2, p.603-611, abr. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-06832011000200029>.

DUARTE, Maria de Lourdes Reis et al. **Controle Alternativo da Podridão-das-raízes da Pimenteira do-reino com Microrganismos Eficazes (EM)**. Belém: Embrapa, 2006. 22 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento 55).

ELLIOTT, E. T.; COLEMAN, D. C. Let the soil work for us. **Ecological Bulletins**, v. 39, p. 23-32, 1988.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA - FEBRAPDP. 2005. **Plantio direto**. Disponível em: <http://www.febrapdp.org.br/area_PD_Brasil_> Acesso em 24 out. 2017.

FERREIRA, Júlio Ca et al. Dosages of bokashi in the control of *Meloidogyne javanica* in lettuce, in greenhouse. *Horticultura Brasileira*, [s.l.], v. 35, n. 2, p.224-229, abr. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-053620170211>.

LANNA FILHO, Roberto; FERRO, Henrique Monteiro; PINHO, Renata Silva Canuto de. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, v. 4, n. 2, p.12-20, abr. 2010.

FRANCHINI, Julio Cezar et al. Microbiological parameters as indicators of soil quality under various tillage and crop rotation systems in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, S.l, v. 92, p.18-29, jan. 2007.

GHINI, Raquel; ZARONI, Margarida M. H.. Relação entre coberturas vegetais e supressividade de solos a *Rhizoctonia solani*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 1, p.10-15, mar. 2001

HIGA, T. Microrganismos eficazes: seu papel da agricultura natural messiânica e na agricultura sustentável. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL MESSIÂNICA, 3. 1993, Santa Barbara, CA. **Anais....** Santa Barbara: s.i, 1993. p. 6 - 11.

HUNGRIA, Mariângela. Características biológicas em solos manejados sob plantio direto. In: REUNIÓN DE LA RED LATINOAMERICANA DE AGRICULTURA CONSERVACIONISTA, 5. 1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: EPAGRI, 1999.

JARAMILLO-LÓPEZ, P.F.; RAMÍREZ, M.I.; PÉREZ-SALICRUP, D.R. Impacts of Bokashi on survival and growth rates of *Pinus pseudostrabus* in community reforestation projects. **Journal Of Environmental Management**, [s.l.], v. 150, p.48-56, mar. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.11.003>.

KUSZNIEREWICZ, Barbara et al. The influence of plant protection by effective microorganisms on the content of bioactive phytochemicals in apples. **Journal Of The Science Of Food And Agriculture**, [s.l.], v. 97, n. 12, p.3937-3947, 6 mar. 2017. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.8256>.

LARKIN, Robert P.; GRIFFIN, Timothy S.; HONEYCUTT, C. Wayne. Rotation and Cover Crop Effects on Soilborne Potato Diseases, Tuber Yield, and Soil Microbial Communities. **Plant Disease**, [s.l.], v. 94, n. 12, p.1491-1502, dez. 2010. Scientific Societies. <http://dx.doi.org/10.1094/pdis-03-10-0172>.

MAGRINI, Flaviane Eva et al. Características químicas e avaliação microbiológica de diferentes fases de maturação do biofertilizante Bokashi. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 12, n. 4, p.146-151, 2011.

MICHEREFF, Sami J.; ANDRADE, Domingos E.G.T.; MENEZES, Maria. **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2005. 398 p.

MOREIRA, Fátima M.S.; SIQUEIRA, José Osvaldo. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2006. 729 p. (2 ed).

OLLE, M.; WILLIAMS, I. H. Effective microorganisms and their influence on vegetable production – a review. **The Journal Of Horticultural Science And Biotechnology**, [s.l.], v. 88, n. 4, p.380-386, jan. 2013. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/14620316.2013.11512979>.

PAULUS, Gervásio; MÜLLER, André Michel; BARCELLOS, Luiz Antônio Rocha. **Agroecologia aplicada: práticas e métodos para uma agricultura de base ecológica**. Porto Alegre: Emater/rs, 2000. 86 p. Disponível em: <http://www.emater.tche.br/docs/agroeco/livros/livro_agroeco_aplicada/livro_agroeco.htm>. Acesso em: 8 jul. 2019.

REIS, Erlei Melo; CASA, Ricardo Trezzi; BIANCHIN, Vânia. Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 37, n. 3, p.85-91, mar. 2011.

ROLDI, Miria et al. Use of organic amendments to control *Meloidogyne incognita* on tomatoes. **Nematropica**, (s.i), v. 43, n. 1, p.49-55, maio 2013.

SANTOS, Henrique P. dos et al. **Rotação de Culturas e Produtividade de Trigo no RS**. Passo Fundo: Embrapa-CNPQ, 1987. 32 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/119400/1/FOL-06032.pdf>>. Acesso em: 1 jul. 2019

SANTOS, Talles Eduardo Borges dos et al. Alterações microbiológicas, de fertilidade e de produtividade do arroz de terras altas em diferentes manejos de solo e água. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 2, p.203-209, 2008.

SARTORI, Valdirene Camatti et al. (org). **Cartilha para agricultores [recurso eletrônico]: adubação verde e compostagem: estratégias de manejo do solo para conservação das águas**. Caxias do Sul, Rs: Educs, 2011. 17 p. Disponível em: <https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/Aduba%C3%A7%C3%A3o_e_Compostagem_2.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2019.

SILVA, Jéssica Moraes da et al. Fames and microbial activities involved in the suppression of cassava root rot by organic matter. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 30, n. 3, p.708-717, jul./set. 2017.

SIQUEIRA, Ana Paula Pegorer de; SIQUEIRA, Manoel F. B. de. **Bokashi: adubo orgânico fermentado**. Niterói, RJ: Programa Rio Rural, 2013. 16 p. (Manual Técnico; 40).

STOTZKY, G. Soil as an environment for microbial life. In: van ELSAS, J.D.; TREVORS, J.T. & WELLINGTON, E.M.H., eds. **Modern soil microbiology**. New York, Marcel Dekker, 1997. p.1-20.

TOKESHI, Hashimi et al. Effective Microorganisms for controlling the phytopathogenic fungus I in lettuce. **Proceedings Of The Conference On Effective Microorganisms For A Sustainable Agriculture And Environment. 4th International Conference On Kyusei Nature Farming**,

Bellingham-Washington Usa, p.131-139, 1996. Disponível em: <<http://www.infric.or.jp/knf/PDF%20KNF%20Conf%20Data/C4-6-132.pdf>>. Acesso em: 6 jul. 2019.

TOMAZELI, Vanessa Nataline; SANTOS, Idalmir; MORALES, Rafael Gustavo Ferreira. Resíduos orgânicos para o controle das doenças do feijoeiro causadas por *Sclerotium rolfsii*. **Revista Ambiência**, [s.l.], v. 7, n. 1, p.51-63, 1 abr. 2011. GN1 Genesis Network. <http://dx.doi.org/10.5777/ambiencia.2011.01.04>

XU, H.I et al. Phytophthora resistance of tomato plants grown with EM Bokashi. **Proceeding Of The 6th International Conference On Kyusei Nature Farming**, (s.l), p.1-6, 1999. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/25eb/106c6fb46424b9f2cae0b47e94812b0e6c7a.pdf>>. Acesso em: 6 jul. 2019.

YADAV, R. S. et al. Developing Disease-Suppressive Soil Through Agronomic Management. **Soil Biology**, [s.l.], p.61-94, 2015. Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-23075-7_4. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/292011599_Developing_Disease-Suppressive_Soil_Through_Agronomic_Management>. Acesso em: 12 jul. 2019.

Bacillus amyloliquefaciens NO CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS

Data de aceite: 22/01/2020

Amanda do Prado Mattos

Eng^a Agr^a, Pós-graduação em Agronomia
Universidade Estadual de Maringá.

Bruna Broti Rissato

Eng^a Agr^a, Pós-graduação em Agronomia
Universidade Estadual de Maringá.

Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada

Dr^a. Professora Adjunta, Departamento de
Agronomia, Pós-graduação em Agronomia
(PGA/UEM) e Pós-graduação profissional
em Agroecologia (PROFAGROEC/UEM),
Universidade Estadual de Maringá.

RESUMO: As plantas podem ser acometidas por uma vasta gama de fitopatógenos de difícil controle, que se não manejados adequadamente, causam perdas de produtividade e de qualidade. A utilização de biocontroladores, como as rizobactérias, é uma alternativa eficiente ao manejo químico destas doenças. A bactéria *Bacillus amyloliquefaciens* é uma rizobactéria que, além de ser capaz de promover o crescimento da planta, apresenta eficiência como biocontrolador de doenças em atuação como agente indutor de resistência em plantas contra patógenos. Sendo assim, esta revisão teve como objetivo expor trabalhos que averiguaram o potencial de *Bacillus*

amyloliquefaciens no controle de doenças em plantas, bem como, apresentar suas principais características antagonistas.

PALAVRAS-CHAVE: Rizobactérias. Controle alternativo. Indução de resistência. Controle biológico.

Bacillus amyloliquefaciens IN PLANT DISEASE CONTROL

ABSTRACT: Plants can be affected by a wide range of phytopathogens of difficult control, that, if not properly managed, causes yield and quality losses. The use of biocontrollers, such as rhizobacteria, is an efficient alternative to the chemical management of these diseases. The bacteria *Bacillus amyloliquefaciens* is a rhizobacterium that, besides being able to promote the plant growth, has an efficiency as a biocontroller of diseases and acts as an inducing resistance agent in plants against pathogens. Thus, this work aimed to expose studies that investigated the potential of *Bacillus amyloliquefaciens* in plant disease control, as well as to present its main antagonistic characteristics.

KEYWORDS: Rhizobacteria. Alternative control. Resistance induction.

1 | INTRODUÇÃO

A demanda populacional por alimentos sem resíduos químicos cresce exponencialmente, de modo que, nesse caso, a redução ou eliminação do uso de defensivos químicos é prioridade. Paralelamente, a busca por métodos alternativos de controle de doenças em plantas torna-se necessária para que a produção de alimentos seja ambientalmente correta e economicamente viável (ROMEIRO, 2007). Vários são os métodos que podem ser integrados ao manejo de doenças, dentre os quais destaca-se o controle biológico como uma ferramenta eficaz para a obtenção da sanidade das plantas.

O manejo de doenças em plantas a partir da utilização de controle biológico é utilizado desde os primórdios e consiste na utilização de microrganismos vivos para a manutenção da densidade de outro organismo, a um nível inferior do que normalmente ocorreria na sua ausência. As bactérias são muito estudadas quanto ao seu caráter antagonista, de modo que a aplicação de determinadas bactérias habitantes do solo sobre a rizosfera de plantas, promove diminuição da severidade de doenças em diversas culturas, devido ao antagonismo direto ou à indução de mecanismos de defesa da planta (COOK e BAKER, 1983; PIRES, 2016).

Tais bactérias são chamadas de rizobactérias promotoras de crescimento em plantas (PGPR) e a sua utilização como alternativa eficiente aos agroquímicos tem sido muito estudada nos últimos anos (QIAO et al., 2014). A espécie *Bacillus amyloliquefaciens*, em especial, é uma PGPR conhecida pela sua elevada capacidade antagonista. Diversos trabalhos demonstram seu potencial no controle direto e indireto de diversos patógenos, bem como na indução de resistência (LI et al., 2015; SINGH et al., 2016, HUANG et al., 2016).

Além de produzir endósporos, a espécie destina 8,5% de todo seu genoma para a síntese de metabólitos secundários, os quais, em sua maioria, são antagonísticos aos fungos fitopatogênicos (CHEN et al., 2009). A espécie pode atuar de diferentes formas sobre a inibição do patógeno, podendo competir por recursos no meio, produzir compostos antimicrobianos solúveis e/ou emitir compostos voláteis antimicrobianos (VINODKUMAR et al., 2017; GUEVARA-AVENDAÑO et al., 2018).

Atualmente, há no mercado diversos produtos registrados para o controle de doenças a base de diferentes cepas de *Bacillus amyloliquefaciens*, tais como EchoShot® (cepa D-747), Duravel® (isolado MBI600), NemaControl® (SIMBI BS 10), Shocker® (cepa CPQBA 040-11DRM 01 e CPQBA 040-11DRM 04), entre outros (MAPA, 2019).

A utilização desta espécie como agente de biocontrole, bem como sua atuação na indução de mecanismos de defesa da planta, são características que devem ser considerados no manejo integrado de doenças. Tal fato aplica-se, principalmente,

ao manejo de doenças de difícil controle, como as causadas por patógenos com capacidade de formar estruturas de resistência e que são dificilmente controladas por métodos tradicionais.

Dessa forma, esta revisão teve como objetivo expor trabalhos que averiguaram o potencial de *Bacillus amyloliquefaciens* no controle direto de patógenos *in vivo* e *in vitro*, na atuação como agente indutor de resistência em plantas, bem como, apresentar suas principais características antagonicas.

2 | DESENVOLVIMENTO

2.1 Aspectos gerais da espécie: características relacionadas ao antagonismo

Bacillus amyloliquefaciens foi, por muito tempo, considerada como *B. subtilis* subsp. *amyloliquefaciens* ou, simplesmente, uma variação da espécie *B. subtilis* com característica de produzir grande quantidade de enzimas extracelulares. Porém, tornou-se uma nova espécie quando foram reveladas diferenças em seu genoma (PRIEST et al, 1987). A referida bactéria apresenta forma de bastonete, é móvel, gram-positiva e produz endósporos que sobrevivem durante anos em condições adversas, pois resistem à diferentes temperaturas, pH, salinidade, assim como à fungicidas e inseticidas. Logo, em comparação aos agroquímicos, isso lhe oferece um maior prazo de validade, facilidade e flexibilidade de aplicação (QIAO et al., 2014, GOPAL et al., 2015).

B. amyloliquefaciens habita naturalmente solos de praticamente todas as regiões do planeta (MENG et al., 2012) e que pode atuar de diferentes maneiras sobre o patógeno: através de competição por recursos no meio, produção de compostos antimicrobianos solúveis e/ou por emissão de compostos voláteis antimicrobianos (VINODKUMAR et al., 2017; GUEVARA-AVENDAÑO et al., 2018). A espécie dedica 8.5% do seu genoma total, de aproximadamente 340 kb, para a síntese de metabolitos secundários, total superior à espécie da qual foi separada, *B. subtilis*, que dedica apenas 4,5%. Os principais metabolitos produzidos são os lipopeptídeos bacilomicina D, fengicina, surfactina e inturina. Também são produzidos policetídeos, como macrolactina e bacilaene, e compostos voláteis, como a acetoína. Tais compostos podem estar diretamente ligados à inibição do crescimento de fitopatógenos ou na atuação como elicitores na indução de mecanismos de resistência da planta (CHEN et al., 2009).

Segundo Ye et al.(2013), os peptídeos antimicrobianos podem ser sintetizados ribossomicamente ou não. Estudos realizados *in vitro* mostraram que a atividade antifúngica de *B. amyloliquefaciens* é devido à síntese não ribossomal dos lipopeptídeos bacilomicina D, fengicina e surfactina (CHOWDHURY et al, 2015). A bacilomicina D faz parte da família das inturinas, composto de ácidos graxos e

aminoácidos. É um composto que atua na membrana do patógeno, formando poros e extravasamento de íons, geralmente eficazes contra fungos. Da mesma forma, a fengicina, que também é uma inturina, atua sobre fungos filamentosos (YAO et al. 2003; GROVER et al. 2010).

A bactéria *B. amyloliquefaciens* pode ser associada a outros agentes de biocontrole no manejo de fitopatógenos, sem problemas com o antagonismo. Além disso, produz biofilme sobre as raízes, uma barreira que torna as plantas mais resistentes a perda de água durante períodos de estiagem, igualmente ao ataque de microrganismos, tais como os nematoides, os quais, são atraídos pelos exsudados sintetizados e secretados pelas plantas, na rizosfera. Logo, esse biofilme formado, diminui a liberação de exsudados e,consequentemente, a atração dos nematóides. Da mesma forma, as bactérias dessa espécie modificam a composição dos exsudados radiculares, desorientando os nematóides e levando-os à morte (ARAÚJO et al., 2002; MACHADO, 2012).

A literatura ainda cita a produção de enzimas hidrolíticas com ação sobre o patógeno. Dentre estas enzimas pode-se citar: celulase, amilase, protease e quitinase, que degradam macromoléculas como a celulose, amido, proteínas e quitina, respectivamente. Segundo Agrios (2004), a parede celular de fungos é composta principalmente por quitina, logo, um biocontrolador capaz de produzir quitinase, tem grande potencial de controle. Da mesma forma, ovos e cutículas de nematoides são formadas de quitina e proteínas, logo, a ação é direta sobre eles, destruindo a parede celular da cutícula de nematóides e fungos fitopatogênicos.

Salienta-se ainda que *B. amyloliquefaciens* é uma rizobactéria promotora de crescimento de plantas (PGPR) e, portanto, não patogênica. As PGPR têm como principal característica a capacidade de colonizar a rizosfera e, assim, estimular o seu crescimento a partir da produção de fitohormônios, tais como auxinas, citocininas e giberelinas, que são responsáveis pelo crescimento de plantas, desenvolvimento de raízes secundárias e pelos radiculares. Dessa forma, a absorção de água e sais minerais é aprimorada, reduzindo a vulnerabilidade da planta aos estresses abióticos e bióticos (VIEIRA JUNIOR, 2013).

2.2 Atuação antagônica direta sobre fitopatógenos e indução de resistência em plantas

Diversos trabalhos demonstram o potencial antagonista *in vivo* e *in vitro* de *Bacillus amyloliquefaciens* e seus metabólitos. Salazar et al. (2017), mostraram que a fengicina, composto produzido e isolado de *Bacillus amyloliquefaciens* ELI149, apresentou elevada atividade antifúngica *in vitro* contra *Fusarium oxysporum*, *Fusarium avenaceume* e *Mucor* sp., causando danos celulares a várias estruturas.

Zhao et al. (2013) relataram que lipopeptídeos produzidos por *Bacillus*

amyloliquefaciens Q-426 apresentaram atividades inibitórias significativas *in vitro* contra o patógeno *Curvularia lunata* (Walk) Boed, mesmo em condições extremas de temperatura, pH e salinidade. Da mesma forma, Romano et al. (2011), observaram que lipopeptídeos produzidos e isolados de *Bacillus amyloliquefaciens* BO7, pertencentes às surfactinas, exibiram grande atividade antifúngica contra o fungo *Fusarium oxysporum*. Ji et al., (2013) e Li et al. (2016), constataram inibição *in vitro* dos patógenos *Alternaria panax*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum orbiculare*, *Penicillium digitatum*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *Verticillium dahlia* e *Phytophthora parasítica* por polipeptídeos produzidos por *B. amyloliquefaciens*.

Trabalhos evidenciaram a atividade antagonica de bacilomicina D, *in vitro*, contra patógenos do gênero *Fusarium* (XU, et al., 2013; LI et al., 2015), da surfactina contra *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani* e *Fusarium solani* (Li et al. 2014), bem como da fengicina contra *Verticillium dahliae* kleb, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* e *Phytophthora parasítica* (Li et al. 2014). Li et al. (2015), evidenciaram que a quantidade de *F.oxysporum*, *B.cinerea*, e *Alternaria* na rizosfera do pepino após o tratamento com 1% e 10% de *Bacillus amyloliquefaciens* LJ02, foi significativamente menor em relação ao controle. Em trabalho realizado por Singh et al., (2016), a bactéria *B. amyloliquefaciens* DSBA-12 reduziu a severidade de *Ralstonia solanacearum* no tomateiro. A partir destes trabalhos, é possível observar que diferentes cepas de *B. amyloliquefaciens* apresentam diferentes produções de lipopeptídeos antagonistas em confronto com diferentes patógenos, assim como relatado por Li et al. (2015).

B. amyloliquefaciens pode agir principalmente por antagonismo direto contra o patógeno, todavia, diversos estudos vêm avaliando seu potencial como indutor de resistência em plantas (CHOWDHURY et al., 2015). A indução de resistência consiste na ativação de mecanismos de defesa da planta a partir de estímulos gerados por agentes indutores. A alteração de proteínas relacionadas à patogênese como fenilalanina amônia-liase, lipoxigenase, β -1,3 glucanase, polifenol, quitinase, peroxidase, entre outras, é o mecanismo mais evidente na indução de resistência (PASCHOLATI e DALIO, 2018).

Huang et al. (2016), observou que a cepa WF02 proporcionou proteção contra *R. solanacearum* no tomateiro e agiu de forma indireta, ativando genes relacionados à via do ácido salicílico e jasmônico, fenilalanina amônia-liase e lipoxigenase. Li et al., (2015), testaram o caldo de fermentação da cepa LJ02 em plantas de pepino, e observaram diminuição da severidade de oídio. Além disso, ocorreu elevada produção de superóxido dismutase, peroxidase, polifenol oxidase e fenilalanina amônia liase. A produção de ácido salicílico livre (SA) e a expressão de um gene *PR-1* relacionado à patogênese (PR) também foram observadas.

2.3 Principais produtos registrados para o controle de doenças

Diversas pesquisas são realizadas com a utilização de *B. amyloliquefaciens* no controle de fitopatógenos e, atualmente, existem produtos disponíveis no mercado brasileiro, os quais são formulados à base de diferentes cepas da bactéria (Tabela 1). O modo de ação desses produtos se dá pela atuação dos lipopeptídeos na membrana dos fitopatógenos, pela competição por espaço e nutrientes na superfície do vegetal e no solo junto ao sistema radicular (AGROFIT, 2019).

Marca comercial®	i.a	Empresa	Patógeno controlado
EchoShot	Cepa D-747	Iharabras S.A.	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> , <i>Podosphaera fuliginea</i> , <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> , <i>Botrytis cinérea</i> , <i>Erysiphe polygoni</i> , <i>Alternaria solani</i> , <i>Phyllosticta citricarpa</i> , <i>Cryptosporiopsis perennans</i>
Duravel	Cepa MBI600	Basf S.A.	<i>Botrytis cinerea</i> , <i>B. squamosa</i> , <i>Cryptosporiopsis perennans</i> , <i>Phyllosticta citricarpa</i> , <i>Pythium ultimum</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> e <i>Xanthomonas campestris</i>
NemaControl	Isolado SIMBI BS 10 (CCT 7600)	Simbiose Indústria e Comércio de Fertilizantes e Insumos Microbiológicos Ltda.	<i>Pratylenchus brachyums</i> e <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
Shocker	Cepa CPQBA 040-11DRM 01 e CP-QBA 040-11DRM 04 + <i>Trichoderma harzianum</i>	Agrivalle Brasil Industria e Comercio de Produtos Agrícolas Ltda.	<i>Rhizoctonia solani</i> e <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
Eficaz Nema	Isolado SIMBI BS 10 (CCT 7600)	Simbiose Indústria e Comércio de Fertilizantes e Insumos Microbiológicos Ltda.	<i>Pratylenchus Brachyurus</i>
No-Nema	Isolado BV03	Biovalens Ltda.	<i>Meloidogyne incognita</i>
PFC-Control	Isolado SIMBI BS 10 (CCT 7600)	Simbiose Indústria e Comércio de Fertilizantes e Insumos Microbiológicos Ltda	<i>Pratylenchus brachyums</i> e <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
Quartz SC	Isolado IBSBF 3236	Laboratorio de Bio Controle Farroupilha Ltda	<i>Botrytis cinerea</i>
Twixx	Cepa CPQBA 040-11DRM 01 e CP-QBA 040-11DRM 04	Agrivalle Brasil Industria e Comercio de Produtos Agrícolas Ltda.	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>

Tabela 1. Principais produtos registrados no Brasil a base de diferentes cepas de *Bacillus amyloliquefaciens*

Fonte: dados de AGROFIT 2019

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bactéria da espécie *Bacillus amyloliquefaciens* apresenta uma gama de diferentes cepas, as quais apresentam atividade antagônica contra fitopatógenos *in vitro* e *in vivo* e atuam como elicitoras na indução de mecanismos de resistência em

plantas. A utilização desta espécie no manejo de doenças de plantas, principalmente as de difícil de controle, é uma alternativa para a utilização no manejo integrado e/ou no cultivo de plantas orgânicas, onde não se utiliza agroquímicos.

REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5. ed. San Diego, Califórnia (EUA): Elsevier Academic Press, 2004. 922 p.
- ARAUJO, F.F.; SILVA, J.F.V.; ARAUJO, A.S.F. Influência de *Bacillus subtilis* na eclosão, orientação e infecção de *Heterodera glycines* em soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 197-203, 2002.
- CHEN, X. H.; KOUMOUTSI A.; SCHOLZ R.; SCHNEIDER K.; VATER J.; SUSSMUTH R, et al. Genome analysis of *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42 reveals its potential for biocontrol of plant pathogens. **J Biotechnol**. v. 140, p.27–37, 2009.
- CHOWDHURY, S. P.; HARTMANN, A.; GAO, X.; BORRISS, R. Biocontrol mechanism by root-associated *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42—a review. **Frontiers in Microbiology**, v 6, p 1-12, 2015
- COOK, R. J.; BAKER, K. F. **The nature and practice of biological control of plant pathogens**. St. Paul: APS Press, 1983. 539 p.
- GOPAL, N.; HILL, C; ROSS, P. R.; BERESFORF, T. P.; FENELON, M. A.; COTTER, P. D. The prevalence and control of *Bacillus* and related spore-forming bacteria in the dairy industry. **Front Microbiol**. v. 6, 1418, 2015.
- GROVER, M.; NAIN, L.; SINGH, S.B.; SAXENA, A. K. Molecular and biochemical approaches for characterization of antifungal trait of a potent biocontrol agent *Bacillus subtilis* RP24. **Curr Microbiol**, v. 60, n. 2, p.99–106
- GUEVARA-AVENDAÑO, E.; CARRILLO, J. D.; NDINGA-MUNIANIA, C.; MORENO, K.; MÉNDEZ-BRAVO, A.; GUERRERO-ANALCO, J.A.; ESKALEN, A.; REVERCHON, F. Antifungal activity of avocado rhizobacteria against *Fusarium euwallaceae* and *Graphium* spp., associated with *Euwallacea* spp. nr. *fornicatus*, and *Phytophthora cinnamomi*. **Antonie Van Leeuwenhoek**, v 111, pp. 563-572, 2018.
- HUANG, C.; LIN, C.; HSIEH, F.; LEE, S.; CHENG, K.; LIU, C. Characterization and evaluation of *Bacillus amyloliquefaciens* strain WF02 regarding its biocontrol activities and genetic responses against bacterial wilt in two different resistant tomato cultivars. **World J Microbiol Biotechnol**, v. 32, n 11, p.183, 2016.
- JI, S.H; PAUL, N.C; DENG, J.X; KIM, Y.S; YUN, B.S; YU, S.H. Biocontrol activity of *Bacillus amyloliquefaciens* CNU114001 against fungal plant diseases. **Mycobiol**. v.41, n 4, p.234–242, 2013
- LI, B.; LI, Q.; XU, Z.; ZHANG, N.; SHEN, Q.; ZHANG, R. Responses of beneficial *Bacillus amyloliquefaciens* SQR9 to different soilborne fungal pathogens through the alteration of antifungal compounds production. **Front Microbiol**.v.5, 636, 2014
- LI, X; ZHANG, Y; WEI, Z; GUAN, Z; CAI, Y; LIAO, X. Antifungal activity of isolated *Bacillus amyloliquefaciens* SYBC H47 for the biocontrol of peach gummosis. **PLoS One**. v.11, n. 9, e0162125, 2016
- LI, Y.; GU, Y.; LI, J.; XU, M.; WEI, Q.; WANG, Y. Biocontrol agent *Bacillus amyloliquefaciens* LJ02 induces systemic resistance against cucurbits powdery mildew. **Frontiers in Microbiology**, v 6, p. 1-15, 2015
- MACHADO, V.; BERLITZ, D.L.; MATSUMURA, A.T.S.; SANTINS, R.C.M.; GUIMARÃES, A.; SILVA, M.E.; FIUZA, L.M. Bactérias como agentes de controle biológico de fitonematoides. **Oecologia Australis**. v. 16, n. 2, jun. 2012, p. 165-182.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. AGROFIT. **Sistemas de agrotóxicos fitossanitários**: Consulta de Produtos Formulados. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 26 out. 2019.

MENG, Q. X., JIANG, H. H., HANSON, L. E., HAO, J. J. Characterizing a novel strain of *Bacillus amyloliquefaciens* BAC03 for potential biological control application. **Journal of applied microbiology**, v. 113, n.5, p. 1165-1175, 2012.

PASCHOLATI, S. F.; DALIO, R. J. D. Fisiologia do parasitismo: como as plantas se defendem dos patógenos. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. (Ed). **Manual de Fitopatologia**: Princípios e conceitos, v 1, 5 ed. Ouro Fino: Editora Agronômica Ceres Ltda. 2018. 573p.

PIRES, E. M. **Controle biológico**: estudos, aplicações e métodos de criação de predadores asopíneos no Brasil. Viçosa: Editora UFV, 2016. 138p.

PRIEST, F. G., GOODFELLOW, M., SHUTE, L. A., BERKELEY, R. C. W. *Bacillus amyloliquefaciens* sp nov, nom rev. **Int. J. Syst. Bacteriol.** 37, 69–71, 1987.

QIAO, J.; WU, H.; HUO, R.; GAO, J.; BORRIS, R. Stimulation of plant growth and biocontrol by *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. plantarum FZB42 engineered for improved action. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v1, n12, 2014

ROMANO, A.; VITULLO, D.; DI PIETRO, A.; LIMA, G.; LANZOTTI, V. Antifungal lipopeptides from *Bacillus amyloliquefaciens* strain BO7, **J. Nat. Prod.** v.74, p.145–151, 2011.

ROMEIRO, R. S. **Controle biológico de doenças de plantas**: Fundamentos. Viçosa - MG: UFV, 2007. 296 p.

SALAZAR, F.; ORTIZ, A.; SANSINENA, E. Characterisation of two novel bacteriocin-like substances produced by *Bacillus amyloliquefaciens* ELI149 with broad-spectrum antimicrobial activity. **Journal of Global Antimicrobial Resistance**, v. 11, p.177-182, 2017.

SINGH, D.; YADAV, D. K.; CHAUDHARY, G.; RANA, V. S.; SHARMA, R. K. Potential of *Bacillus amyloliquefaciens* for Biocontrol of Bacterial Wilt of Tomato Incited by *Ralstonia solanacearum*. **Plant Pathol Microbiol**, v7, p. 1-6, 2016

VIEIRA JÚNIOR J. R.; FERNANDES, C. F.; ANTUNES JÚNIOR, H.; SILVA, M. S.; SILVA, D. S. G.; SILVA, U. O. **Rizobactérias como agentes de controle biológico e promotores de crescimento de plantas**. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2013. 15 p.

VINODKUMAR, S.; NAKKEERAN, S.; RENUKADEVI, P.; MALATHI, V.G. Biocontrol potentials of antimicrobial peptide producing *Bacillus* species: multifaceted antagonists for the management of stem rot of carnation caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Front. Microbiol.**, v.8, p. 446, 2017.

XU, Z.; SHAO, J.; LI, B.; YAN, X.; SHEN, Q.; ZHANG, R. Contribution of bacillomycin D in *Bacillus amyloliquefaciens* SQR9 to antifungal activity and biofilm formation. **Appl Environ Microbiol**, v 79, p.808–815, 2013.

YAO, S.Y.; GAO, X.W.; FUCHSBAUER, N.; HILLEN, W.; VATER, J.; WANG, J. S. Cloning, sequencing, and characterization of the genetic region relevant to biosynthesis of the lipopeptides iturin A and surfactin in *Bacillus subtilis*. **Curr Microbiol**, v.47, p.272–277, 2003.

YE, R, XU C, WAN S, PENG L, WANG H, XU ZP, AGUILAR Y, XIONG Z, ZENG HW. Antibacterial activity and mechanism of action of ϵ -poly-L-lysine. **Biochem Biophys Res. Commun**, v. 439, p.148-153, 2013.

ZHAO, P.; QUAN, C.; JIN, L.; WANG, L.; WANG, J.; FAN, S. Effects of critical medium components on the production of antifungal lipopeptides from *Bacillus amyloliquefaciens* Q-426 exhibiting excellent biosurfactant properties, **World J. Microbiol. Biotechnol.** v. 29, p. 401–409, 2013.

REMINERALIZADORES DO SOLO : ASPECTOS TEÓRICOS E PRÁTICOS

Data de aceite: 22/01/2020

Antonio Carlos Saraiva da Costa

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Agronomia, Email: antoniocscosta@gmail.com

RESUMO: REMINERALIZADORES são definidos como qualquer “material de origem mineral que tenha sofrido apenas redução e classificação de tamanho por processos mecânicos e que altere a fertilidade do solo por meio da adição de macro e micronutrientes para as plantas, bem como promova a melhoria das propriedades físicas ou físico-químicas ou a atividade biológica do solo” (Lei nº 12.890, de 10 de dezembro de 2013 promulgada no Diário Oficial da União). Materiais que podem ser incluídos como remineralizadores de solo incluem os pós de rochas magmáticas, metamórficas e sedimentares e de minerais. A grande variabilidade de rochas existentes, sua composição química e mineralógica associado ao processo de pulverização resultando na produção de materiais com diferentes granulométrias e solubilidade de seus compostos cria uma dificuldade na classificação dos diferentes materiais utilizados como remineralizadores. Na forma como é definido pela Lei, a ação dos remineralizadores pode ser efetuada por qualquer tipo de rocha moída. Portanto a Lei não define um caráter

classificatório para estes materiais. Outrossim, a adição continuada destes materiais incorporará, ao longo dos anos, quantidades apreciáveis de sílica solúvel (H_4SiO_4) que promoverá alterações na mineralogia dos solos, não mencionadas na Lei. Estas alterações poderão mudar completamente o comportamento do solo, restituindo uma condição mineralógica que transformará solos altamente intemperizados em solos rejuvenescido, mais ativos e com maior capacidade de responder às aplicações de adubos e corretivos. Resultando no seu melhor aproveitamento e em mais produções de grãos, fibras, etc. Alguns destes materiais remineralizadores poderão, inclusive, migrar em subsuperfície, reduzindo a ação tóxica do Al^{3+} , aumentando o teor de bases (Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+) em profundidade favorecendo o desenvolvimento radicular que poderá aproveitar melhor as reservas de nutrientes e de água dos horizontes subsuperficiais dos solos aumentando a espessura do Horizonte A, responsável pela maior parte da atividade biológica do solo. Os maiores problemas com a adoção de remineralizadores nos processos de produção familiar e comercial se deve a falta de padronização dos materiais utilizados e as reações que estes sofrem ao serem aplicados em superfície ou incorporados ao solo.

PALAVRAS CHAVE: Solos tropicais, rejuvenescimento, sílica, bases do solo.

ABSTRACT: REMINERALIZERS are defined as any “material of mineral origin that has only undergone size reduction and classification by mechanical processes and that changes soil fertility through the addition of macro and micronutrients to plants as well as improving soils physical or physicochemical properties or the biological activity of the soil” (Law No. 12.890, of December 10, 2013 promulgated in the Brazilian Federal Official Gazette). Materials that can be included as soil remineralizers include magmatic, metamorphic and sedimentary rock powders and minerals. The great variability of existing rocks, their chemical and mineralogical composition associated with the grinding process resulting in the production of materials with different particle sizes and solubility of their compounds creates a difficulty in classifying the different materials used as remineralizers. As defined by the Law, any ground rock can promote what is defined, but the Law does not define a classificatory character for these materials. Moreover, the continued addition of these materials will, over the years, incorporate appreciable amounts of soluble silica (H_4SiO_4) that will promote changes in soil mineralogy, not mentioned in the Law. These changes could completely change soil behavior, restoring a mineralogical condition that will transform highly weathered soils into rejuvenated, more active soils that are better able to respond to fertilizer and corrective applications, resulting in its better use and more productions of grains, fibers, etc. Some of these materials may even migrate to the subsurface horizons, reducing the toxic action of Al^{3+} and increasing the bases content (Ca^{2+} , Mg^{2+} and K^+) in depth favoring root development that can better utilize the nutrient and water reserves of subsurface soil horizons, increasing the thickness of A-Horizon, which is responsible for most of the biological activity of the soil. The major problems with the adoption of remineralizers in family and commercial crop production processes are the lack of standardization of the materials used and the reactions they suffer when applied to the surface or incorporated into the soil.

KEYWORDS: Tropical soils, rejuvenation, silica, soil bases.

1 | INTRODUÇÃO

Solos são formados a partir do processo de intemperismo das rochas e dos resíduos orgânicos que se encontram na superfície da crosta terrestre. Este processo de decomposição mineral e orgânica envolve uma série de reações bioquímicas, químicas e físicas que destroem rochas e materiais orgânicos, associado à perda de elementos químicos e a formação de novos materiais inorgânicos e orgânicos em uma equilíbrio metaestável. Isto significa que nas condições naturais o processo de intemperismo nunca cessa e é contínuo em todas as regiões da Terra 365 dias por ano. Desertos e geleiras, ao contrário do que se possa pensar, também possuem atividade biológica e, portanto, solos.

A invenção da agricultura há mais de 10.000 anos atrás, no Período Neolítico, mudou estas transformações visto que o homem para produzir grãos, fibras, frutas e

mesmo carne passou a adicionar materiais ao solo para maior produção agrícola e conseqüente alterou a intensidade e os tipos de reações associados ao intemperismo.

Em condições inapropriadas de uso e manejo do solo, o homem pode intensificar o processo de intemperismo do solo acarretando a capacidade produtiva do solo, diminuindo sua atividade biológica e, em condições extremas, a morte do solo. No Brasil há pelo menos duas condições extremas de mau uso do solo que tem levado a sua morte e a desertificação dos componentes bióticos. Uma ocorre no Rio Grande do Sul na região de Alegrete onde a associação de solos arenosos e frágeis, mau uso do solo com intensa degradação da matéria orgânica e a presença de intensa atividade eólica determinou a formação de um deserto em expansão. A segunda situação ocorre no vale do Rio São Francisco onde áreas extensas de produção de frutas, verduras, etc, utilizando irrigação associada a intensa adubação e calagem acarretou a salinização do solo e sua inviabilidade de produção formando extensa áreas de solos mortos, impossibilitando o cultivo destas culturas.

Nas demais áreas do país, extensas áreas de produção agrícola têm recebido práticas de manejo que tem determinado o aumento da produção dos solos de diversas culturas.

No Estado do Paraná, na década de 80, agricultores da região do segundo Planalto trouxeram máquinas, equipamentos e produtos agrícolas como herbicidas, fungicidas e implantaram o Plantio Direto nos campos gerais. A partir de então, o Plantio Direto e suas variações (cultivo mínimo, semeadura direta, etc.) melhoraram significativamente a capacidade produtiva dos solos devido às melhoras em suas condições biológicas, químicas, físicas e mineralógicas.

Esta nova estratégia de manejo do solo não somente reduziu o processo de intemperismo, bem como tem resultado no rejuvenescimento dos perfis de solos. O conjunto de práticas que levam à reversão do processo de intemperismo incluem todas aquelas que impedem o envelhecimento do solo e a formação de compostos orgânicos e inorgânicos presentes em solos jovens altamente produtivos como os Chernossolos.

Esse conjunto de técnicas de manejo também incorporam quantidades significativas de sílica (presentes nos calcários, adubos minerais e reciclada pela atividade biológica) em diferentes formas (quartzo, minerais primários, sílica solúvel, fitólitos, etc.) que juntamente com a elevação do pH (calagem) aumento no teor de bases (calagem, gessagem, adubação) favorecem a redução das diversas formas de Al^{3+} presentes no solo (troçável, potencial, estrutural nos óxidos de ferro, adsorvido nas entrecamadas dos minerais de argila 2:1, etc.), a dissolução da gibbsita com a conseqüente neofomação de minerais de argila do tipo 1:1 e nos estádios mais avançados de diagêneses de minerais de argila 2:1.

2 | REMINERALIZADORES : ASPECTOS TEÓRICOS

2.1 Intemperismo

O intemperismo é o processo natural de formação dos solos. Fatores externos e processos internos de formação do solo atuam de forma conjunta resultando na diferenciação dos horizontes do perfil do solo e seus atributos morfológicos, físicos, químicos, biológicos e mineralógicos. Perfis de solos como os Latossolos, Nitossolos, Argissolos e Neossolos predominam na região Oeste do Estado do Paraná associados à outras classes de solos como Chernossolos, Gleissolos, Plintossolos, Planossolos, etc.

Em cada uma destas classes de solos a ação dos fatores externos e processos internos pode ser definida e as práticas de uso e manejo destes solos selecionadas. Numa mesma propriedade agrícola raramente ocorre somente uma classe de solo e a definição, reconhecimento e mapeamento destas unidades do solo deve ser o primeiro passo para o pleno uso e manejo do solo. A inobservância da existência de diferentes classes de solos em uma propriedade acarreta problemas na amostragem do solo para fins de resposta a aplicação de adubos, condicionadores e resíduos de quaisquer origem, resultando na subutilização do solo como fator de produção vegetal.

A intensidade do intemperismo é um dos agentes que influenciarão na definição das classes de solos e seu uso e manejo.

Por exemplo a formação dos Latossolos envolve intensos e prolongados períodos de ação dos fatores abióticos (clima, relevo, tempo) associado aos bióticos (atividade biológica) para a formação de um perfil profundo (geralmente acima de 2 m), altamente intemperizado, pobre em nutrientes, geralmente ácido e altamente homogêneo. Esses atributos estão associados a solos derivados dos mais variados materiais de origem (exceção a rochas extremamente quartzosas), climas quentes e úmidos onde o excedente hídrico (precipitação superior a evapotranspiração) resulta em intensa atividade biológica esculpindo formas no relevo mais planas (há exceções) por períodos extremamente longos, podendo exceder mais de um milhão de anos.

As principais reações associadas à formação dos Latossolos incluem a hidratação, a hidrólise, a carbonatação, a oxi-redução e a acidificação que resultam nos seguintes processos internos específicos de formação do solo:

- i. LIXIVIAÇÃO. Remoção das bases do solo e outros ânions para fora do solum.
- ii. DESSILICATIZAÇÃO. Remoção de sílica solúvel (H_4SiO_4) para fora do solum.
- iii. FERRITIZAÇÃO. Acúmulo de ferro na forma de óxidos de ferro de baixa

solubilidade.

- iv. ALITIZAÇÃO. Acúmulo de óxidos de alumínio de baixa solubilidade.
- v. PEDOTURBAÇÃO. Homogeneização do material constituinte do solo devido seu revolvimento pela atividade biológica trazendo materiais dos horizontes mais profundos para a superfície e vice versa.

Os cinco processos pedogenéticos mencionados acima podem ser agrupados (Buol et al., 2011) em PERDAS (Lixiviação, Dessilicatização), ACÚMULOS e TRANSFORMAÇÕES (Ferritização, Alitização) e TRANSLOCAÇÕES (Pedoturbação).

Estes processos pedogenéticos internos também ocorrem com diferentes intensidades na formação das demais classes de solos mencionadas, mas outros processos predominarão. Por exemplo:

Para os Nitossolos e Argissolos a formação dos Horizonte B-nítico ou B-textural com ou sem cerosidade, respectivamente, ocorre devido a translocação de minerais de argila dos horizonte A para dentro do Horizonte B-nítico e B-textural, processo pedogenético denominado eluviação ou mais especificamente argiluviação (Santos et al., 2013).

Na classe dos solos dos Neossolos a inexistência do Horizonte B é devido principalmente a ação diferenciada de dois fatores externos de formação. O primeiro seria a posição no relevo. Quando formando em condições de relevo instáveis, com altas declividades (Costas do relevo) onde a quantidade de água que chega via precipitação não consegue infiltrar; o excedente hídrico escorre superficialmente acarretando a remoção de partículas em processo pedogenético definido como erosão hídrica. Esta erosão é o principal mecanismo que impossibilitará a formação do Horizonte B.

Outro fator de formação que definirá a formação de Neossolos é o material de origem, visto que rochas como o quartzito ou o arenito que possuem como mineral quase que exclusivamente quartzo (> 90% de SiO_2), mineral primário que não sofrerá transformações químicas necessárias para a formação dos minerais de argila e os óxidos de ferro e alumínio. Neste caso, Os Neossolos poderão ser formados em diferentes posições do relevo, formando perfis profundos, numa sequência de Horizontes A e C.

Portanto, a evolução das principais classes de solos encontradas no Estado do Paraná e em outros estados das regiões Sul, Sudeste e parte do Centro Oeste têm como principal processo de formação a perdas de bases e sílica e o acúmulo de ferro e alumínio.

O processo de intemperismo nunca cessa e isto significa dizer que estes solos, em condições naturais, não estão em equilíbrio. Eles estão continuamente se transformando, perdendo bases, sílica e acumulando ferro e alumínio. No

entanto, se considerarmos o tempo de formação dos perfis de solos e suas reações químicas; as transformações são relativamente pequenas no espaço de décadas e pode-se afirmar que os solos encontram-se em um “metaequilíbrio” com os demais componentes bióticos e abióticos.

2.2 Rejuvenescimento do solo

Tudo acima é verídico nas condições naturais de formação do solo. No entanto, a entrada do homem no processo modificou sensivelmente a intensidade dos diferentes processos de formação dos solos. Para a produção de grãos, fibras, carnes, etc., o homem aprendeu a adicionar materiais disponíveis na natureza bem como sintéticos para alterar o equilíbrio entre as diferentes fases do solo, favorecendo as condições necessárias ao desenvolvimento das plantas domesticadas. A aplicação de resíduos orgânicos, inorgânicos (pós de rochas, minerais), biológicos (urina, fezes de animais, etc.) de origem natural ou sintéticos (produzidos pelo homem) determinaram grandes transformações nos perfis de solos e uma nova classe foi incorporada aos principais sistemas de classificação dos solos, os solos formados pelo homem, os antropossolos ou ainda os tecnossolos (Curcio et al. 2004).

Na maioria dos casos a atividade agrícola faz uso de corretivos, condicionadores, adubos e biocidas para a melhoria do ambiente abiótico e biótico do solo.

Estes materiais, portanto, promovem alterações no comportamento do solo, podendo, quando bem manejados, favorecer o desenvolvimento vegetal ou não.

De qualquer forma, todo e qualquer material que for adicionado ao solo de forma contínua e em doses significativas e que possua em sua constituição as bases (Ca, Mg, K, Na) e sílica solúvel poderá, num primeiro momento resultar no equilíbrio das reações de intemperismo e com o tempo e a incessante adição de materiais, produzir a reversão do processo de intemperismo dissolvendo as formas metaestáveis formadas no processo de intemperismo e a formação de novas espécies minerais previamente intemperizadas.

Assim, formas pobremente cristalinas e cristalinas de óxidos de ferro e alumínio poderão liberar em solução o alumínio complexado e o estrutural, respectivamente. Os minerais de argila 2:1 existentes e preservados nestes solos pela presença de alumínio na entrecamada, liberarão este alumínio em solução que serão trocados pelas bases adicionadas. Óxidos e hidróxidos de alumínio poderão ser dissolvidos e vir a formar caulinita. O alumínio liberado pelas difentes formas pobremente cristalinas e cristalinas poderão reagir com a sílica em solução e formar caulinita que, com o tempo e o aporte contínuo de sílica e bases, formará minerais de argila 2:1.

Maiores detalhes das prováveis reações de transformação mineralógica no processo de rejuvenescimento de solos pode ser obtida em Costa (2019).

O que está descrito acima já ocorre de forma natural na paisagem onde materiais altamente intemperizados de Latossolos evoluem para a formação de Nitossolos e outros solos mais jovens devido a movimentação de sílica e bases das partes superiores do relevo para as partes mais baixas. Nesta movimentação as reações de dissolução e síntese de novos minerais ocorre de forma natural ao longo das centenas talvez milhares de anos. Latossolos evoluindo para Nitossolos e estes para Cambissolos, Chernossolos e Neossolos, solos mais jovens e ativos em suas fases minerais e orgânicas.

Na paisagem o descrito acima é a hipótese de Beinroth sobre a evolução dos Latossolos na paisagem da região tropical úmida (Beinroth et al., 1974).

2.3 Condições que favorecem o rejuvenescimento do solo

O rejuvenescimento dos solos em condições de cultivo não ocorrerá pela simples adição de corretivos, condicionadores, adubos e de resíduos de origem orgânica e mineral. Ele ocorrerá na medida em 5 práticas de manejo do solo forem utilizadas de forma correta e sistemática pelos agricultores.

- i. Calagem e gessagem;
- ii. Adubação (mineral e orgânica);
- iii. Cultivo permanente do solo;
- iv. Matéria orgânica; e
- v. Controle da erosão.

CALAGEM/GESSAGEM. A adição de calcário ao solo é uma das formas mais baratas e de melhor relação custo/benefício para a melhoria da capacidade de produção do solo. A adição de calcário não somente controla o pH do solo como também adiciona cálcio e magnésio, elementos químicos essenciais ao crescimento radicular e à fotossíntese, respectivamente.

Métodos e recomendações de calcário foram desenvolvidos nas primeiras décadas do século XX e uma série de equações estão disponíveis ao agricultor para a definição desta prática. O desenvolvimento inicial destas equações considerava que o solo estava solo estava muito ácido ($pH_{H_2O} < 5$) e a predominância de alumínio no complexo de troca (valor V% < 50 e valor m% ≥ 50) definindo o que eram denominados de solos ÁLICOS.

O solo em questão era amostrado na camada de 0-20 cm, caracterizado quimicamente e com estas informações definida a dose de corretivo a ser aplicada

utilizando um dos modelos químicos matemáticos. Fazia-se a opção por um calcário de alta reatividade (PRNT alto) que era aplicado ao solo superficial e incorporado à camada de 0-20 cm utilizando diferentes implementos mecânicos como arados, grades, subsoladores, etc. A cada 4 anos, ou outro período, era feita nova amostragem de solo e nova aplicação de calcário e assim sucessivamente. As produções agrícolas das diferentes culturas sofreram acréscimos notáveis e a produção nacional de grãos e fibras mais que duplicou.

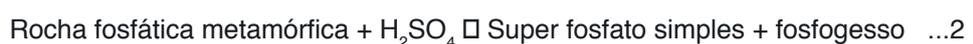
Mas o processo erosivo também aumentou devido ao uso intenso de máquinas na superfície do solo que recebia as máquinas nem sempre em condições ótimas de umidade que resultaram na formação de camadas compactadas (pé de arado, pé de grade), redução significativa da infiltração de água e o aumento do escoamento superficial. Assim, grandes quantidades de solos eram despejadas nas calhas dos rios, poluindo as águas superficiais e impedindo o aumento da capacidade de produção de grãos no país.

Na década de 80, como mencionado anteriormente, a adoção do sistema de cultivo sem revolvimento do solo denominado de Plantio Direto por agricultores da região de Ponta Grossa, no Estado do Paraná, mudou o cenário de produção e de controle da erosão de solos e água nas propriedades agrícolas. O não revolvimento do solo, o cultivo na palha, o sistema de rotação de culturas resolvia 3 das 5 práticas necessárias ao rejuvenescimento do solo. No entanto, a aplicação de corretivos e demais produtos teria que ser feita na superfície do solo sem a possibilidade de incorporação à camada de 20 cm.

Nenhum problema com a prática de adubação pois a aplicação dos adubos em superfície ou no sulco de plantio ainda não foi superada.

O problema da acidez subsuperficial do solo que impede o crescimento das raízes nos horizontes subsuperficiais e seu acesso aos nutrientes lixiviados e água só foi superado, na região tropical úmida, com a remineralização do solo utilizando um resíduo industrial denominado de gesso industrial ou fosfogesso.

Esse resíduo é produzido após o ataque de rochas metamórficas ricas em fosfato com ácido sulfúrico para a produção do super fosfato simples ou super simples. Montanhas deste resíduo acumulavam nas áreas próximas às empresas produtoras de adubos fosfatados sem a possibilidade de nenhum outro destino. A partir da tese de doutorado do Dr Marcos Antonio Pavan do Instituto Agronomico do Paraná-IAPAR e a divulgação de seus resultados no I Encontro de Plantio Direto realizado em Ponta Grossa (Pavan, 1982), conseguia-se atenuar o problema da acidez subsuperficial dos solos tropicais com a utilização dos fosfogesso.



A reação de hidrólise do fosfogesso produz Ca^{2+} e SO_4^{2-} em solução.



O Ca^{2+} liberado é fundamental ao crescimento do sistema radicular. Já o SO_4^{2-} liberado reagia com os cátions (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) em solução formando complexos neutros.



Estes complexos neutros (CaSO_4^0 , MgSO_4^0 , K_2SO_4^0 e Na_2SO_4^0), em havendo excedente hídrico (Precipitação maior do que a Evapotranspiração) podiam se movimentar livremente no perfil do solo atingindo os horizontes subsuperficiais pobres em bases e ricos em Al^{3+} tóxico. Ao atingir estas camadas novas reações de hidrólise destes compostos neutros liberavam os cátions em solução e o sulfato.

Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ são macronutrientes secundários essenciais às plantas. O Ca^{2+} é fundamental para a divisão e crescimento radicular que não ocorria nestes horizontes devido a presença de Al^{3+} tóxico.

O Al^{3+} tóxico por sua vez reage com o sulfato liberado nas reações de hidrólise dos complexos neutros formando um complexo catiônico (AlSO_4^+) não tóxico às raízes das plantas.



A reação acima não envolve mudança no pH do solo e o complexo catiônico formado com a contínua remoção ou lixiviação de sulfato, poderá sofrer hidrólise (reação reversa a 8) e retornar novamente o $\text{Al}^{3+}_{(sol)}$ tóxico às raízes das plantas. Portanto, o aporte contínuo de fosfogesso é necessário em solos que apresentam acidez subsuperficial para que seja possível o crescimento radicular e a absorção de nutrientes e água disponíveis nas camadas mais profundas do solo.

O gesso agrícola é um resíduo industrial que veio resolver um dos grandes

problemas do uso e manejo dos solos ácidos tropicais. A redução ou eliminação da acidez subsuperficial.

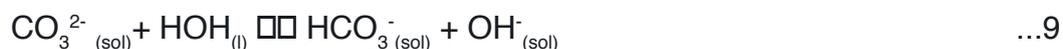
A prática da remineralização é tão antiga quanto a domesticação das plantas e animais. A necessidade de adição de resíduos minerais e orgânicos que favoreçam o desenvolvimento das plantas é prática consagrada na agricultura. Os primeiros adubos e todos os corretivos aplicados aos solos para melhoria do seu ambiente químico, físico, biológico e mineralógico se encaixariam na definição atual de REMINERALIZADORES.

Entre as fontes naturais utilizadas pode-se destacar:

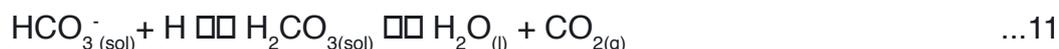
GUANO. Fertilizante orgânico rico em nitrogênio e fósforo formado a partir de excretas de aves.

TURFA. Fertilizante orgânico formando em áreas de acúmulo de água e que podem ser ácidos ou básicos dependendo da acumulação de bases ou hidrogênio.

FOSFATOS REATIVOS. Diferentemente das rochas fosfatadas predominantes no Brasil que são de origem metamórfica e com apatitas ricas em flúor $[(Ca_5(PO_4)_3(F,Cl))]$ que são extremamente duras daí a necessidade do ataque ácido; as rochas fosfatadas existentes em parte do continente africano são predominantemente de origem sedimentar (Fosforitos) e possuem em sua constituição carbonatos $[(Ca_5(PO_4)_3(0,5CO_3))]$ que favorecem rápida liberação do fosfato e ainda possuem efeito de calagem no solo devido a reação dos carbonatos com a água.



As hidroxilas e o bicarbonato formados podem ser utilizados para neutralizar os prótons em solução, elevando o pH.



Ou na precipitação do Al^{3+} tóxico na forma de gibbsita $(Al(OH)_3)$.



ADUBAÇÃO. A adubação é uma prática agrícola que visa basicamente repor ao solo os nutrientes exportados pelas culturas sendo cultivadas ou que seriam necessárias para que fosse possível atingir determinados níveis de produtividade

dos solos.

Existe um grande número de adubos sintéticos e naturais utilizados pelo Homem nos diferentes sistemas de produção. No cultivo agroecológico, a utilização de adubos sintéticos como a uréia, super fosfato simples, super fosfato triplo, etc, não é permitida. No entanto, estes adubos não são necessariamente imprescindíveis já que outras formas naturais estão disponíveis no mercado sendo o possível não só o cultivo na propriedade familiar como sistemas de produção comerciais mais intensivos visando a produção de frutas, legumes, grãos, fibras, etc.

EVAPORITOS. Grande parte dos adubos naturais são formados a partir de rochas sedimentares denominadas de Evaporitos. Nestas rochas a concentração de macro e micronutrientes é variável e dependente da solução original que, por secamento, formou os evaporitos. Nestas soluções existem ainda dispersas partículas que são minerais de diferentes grupos aniônicos (Fosfatos, carbonatos, silicatos, aluminossilicatos, cloretos, etc.) consideradas minerais residuais ao processo de intemperismo da rocha primeira intemperizada e que virão constituir parte da rocha sedimentar formada.

Costa et al. (2019) apresentam informações da dissolução ácida de diversos adubos e corretivos utilizados no Estado do Paraná. Os calcários apresentaram predominância de carbonatos de Ca^{2+} e Mg^{2+} , mas até 30% da sua massa é constituída por outros minerais como quartzo, periclase, esmectitas, muscovita, albita, zeolitas, clorita, brucita, etc. Aluminossilicatos e outros minerais que podem contribuir significativamente com o teor de sílica e de bases em solução. Os adubos analisados apresentam menores concentrações de outros minerais e mais de 90% destes é constituído do mineral formador do adubo identificado.

Diferentes evaporitos têm sido utilizados pelo Homem como corretivos, fertilizantes e condicionadores dos solos. É importante destacar:

- i. Os adubos potássicos formados pelos minerais SILVITA (KCl), CARNALITA ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), LANGBEINITA ($\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{MgSO}_4$), KIESERITA ($\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), EPSOMITA (MgSO_4),
- ii. Os corretivos à base de calcário calcítico formado pelo mineral CALCITA (CaCO_3) e o calcário dolomítico formado pelo mineral DOLOMITA [$(\text{Ca}, \text{Mg})\text{CO}_3$],
- iii. Fontes de magnésio ainda incluem os minerais MAGNESITA (MgCO_3), BRUCITA ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) e PERICLÁSIO (MgO).
- iv. A fonte de cálcio e sulfato mais explorada atualmente é o mineral GIPSITA ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

Todos os minerais acima citados são agrupados na mesma rocha sedimentar:

EVAPORITOS. Sua formação ocorre em um meio cuja concentração atinge uma ou mais ordens de valor de seu produto de solubilidade (K_{ps}) superando possíveis reações adversas que possam impedir a cinética de sua formação. Na maioria das vezes a formação dos evaporitos ocorre em um meio líquido onde outros minerais também ocorrem formados no processo de intemperismo. Estes minerais podem ser aluminossilicatos, silicatos e outras formas de óxidos de ferro, alumínio, titânio e zircônio estáveis nas condições químicas de formação do evaporito. Portanto, os evaporitos não são constituídos somente de minerais puros livres de contaminações.

CULTIVO PERMANENTE DO SOLO. A manutenção de atividade biológica vegetal na superfície do solo de forma permanente é fundamental para que reduzam as perdas de nutrientes por lixiviação, notadamente de bases do solo e da sílica solúvel.

A presença de plantas em processo contínuo de cultivo recobrando a superfície do solo garante a reciclagem dos nutrientes na zona radicular, trazendo à superfície os nutrientes lixiviados nos eventos de intensas precipitações que tem acontecido com maior frequência com o aquecimento global. A presença de diferentes tipos de plantas favorece o desenvolvimento de diferentes tipos de sistemas radiculares que aproveitam água e nutrientes de forma a manter no solo os nutrientes liberados no processo de decomposição (intemperismo biológico) dos restos vegetais das culturas utilizadas no sistema de rotação ou aqueles não exportados nas colheitas.

EROSÃO. A erosão é o processo antrópico ou geológico de remoção das partículas do solo pela ação de agentes externos como vento, água, geleiras, animais, que transportam o solo para fora do seu local de formação podendo remover volumes pequenos de partículas (erosão superficial) até o total de um ou mais horizontes do perfil de solo promovendo sua decapitação ou truncamento. Nos solos da região tropical úmida a remoção dos primeiros centímetros de solos devido a erosão promove um decréscimo significativo da sua capacidade de produção devido a remoção da matéria orgânica do solo, dos minerais da fração argila e da atividade biológica, componentes fundamentais para as 5 funções principais do solo (Sustentação das plantas, retenção de água e nutrientes, fornecimento de calor e local de trocas gasosas) em relação à produção vegetal.

O solo sem proteção ou praticamente nu nas épocas entre cultivos favorece a decomposição dos resíduos vegetais e animais deixados pela colheita, a lixiviação de íons, cátions e ânions que formam complexos de esfera externa com as fases sólidas orgânicas e inorgânicas e a ação dos diferentes agentes erosivos como o vento e a água.

MATÉRIA ORGÂNICA. A matéria orgânica é o produto final do ataque biológico aos resíduos vegetais e animais que ocorrem nos solos. Esses produtos finais possuem constituição e atributos químicos variados, mas desempenham papel fundamental na maioria das funções dos solos da região tropical úmida. A existência de enormes quantidades de matéria orgânica passível de decomposição, garantiu a implantação da agricultura nas diferentes regiões do Estado do Paraná pelos primeiros pioneiros que se instalaram na região. Por vários anos foi possível o cultivo de café, algodão e grãos sem o aporte de fertilizantes e corretivos, disponibilizados no processo de decomposição e dos materiais orgânicos e da mineralização da matéria orgânica humificada do solo.

No entanto, com o passar dos anos e com a intensa utilização do solo e o decaimento da quantidade de matéria orgânica, a quantidade de nutrientes tornou-se ano a ano menor, aparecendo os problemas associados à acidez destes solos e eventualmente diferentes organismos, já existentes nos solos, mas que deixaram de ser complexados e que perderam seus inimigos naturais, respectivamente, passaram a ser problemas para as culturas e os agricultores.

Os solos agrícolas do Estado do Paraná possuem, em sua grande maioria, menos de 1% de matéria orgânica. Nos solos derivados do Arenito Caiuá, os teores de matéria orgânica, na sua maioria, são inferiores a 0,5%. Preparo convencional do solo, gradagem excessiva, pulverização do agregados aceleraram o processo de decomposição da matéria orgânica do solo e a redução de sua capacidade produtiva. A adoção do sistema de Plantio Direto nos diferentes tipos de produção vegetal tem recuperado os teores de carbono, melhorado a estrutura do solo e dificultando a ação do processo erosivo.

3 | REMINERALIZADORES DO SOLO : ASPECTOS PRÁTICOS

A aplicação de remineralizadores ao solo ainda é uma ciência em desenvolvimento. Muito se sabe sobre a ação de remineralizadores aplicados na forma de adubos, corretivos e condicionadores sobre a disponibilidade de nutrientes e seus efeitos sobre os atributos físicos, químicos e biológicos dos solos.

No entanto, dos demais remineralizadores, por anos conhecidos como pós de rocha, os resultados de suas caracterizações, alterações nos solos melhoria da capacidade de produção agrícola ainda não estão sistematizados de forma ser possível sua identificação, classificação e propriedades itens necessários ao seu registro e comercialização.

Devido a grande variabilidade de materiais sendo moidos para serem incorporados ao solo sem o prévio conhecimento de seus atributos químicos, mineralógicos, disponibilidade de elementos químicos essenciais e tóxicos às

plantas e animais e seus efeitos benéficos e maléficos ao solo e no desenvolvimento de diferentes culturas, ainda deve-se esperar o aparecimento de muitos questionamentos para que ocorra o desenvolvimento da tecnologia de aplicação dos remineralizadores com vistas não somente a “melhorar a fertilidade do solo” mas também promover seu rejuvenescimento e sua capacidade de produção.

Alguns itens importantes que deverão ser considerados no registro e comercialização destes materiais e que ainda não são considerados, incluem:

- i. Qual é a rocha que deu origem ao remineralizador?
- ii. Qual é a sua composição mineralógica?
- iii. Qual é o teor total e disponível de elementos químicos essenciais, não essenciais e tóxicos às plantas e aos animais?
- iv. Qual a capacidade do remineralizador de funcionar como um corretivo da acidez do solo? Qual é seu efeito residual?
- v. Qual a quantidade de elementos liberados pelo remineralizador quando em contato com uma solução ácida que simule as condições de pH da solução do solo e a quantidade de prótons liberados pelo sistema radicular das principais culturas no período de pelo menos um ano de interação?
- vi. Quais são as melhorias nos atributos químicos, físicos, mineralógicos e biológicos do solo proporcionadas pelo remineralizador quando aplicadas nas doses preconizadas pelo agente de venda?
- vii. Qual a granulometria do material na sua comercialização?
- viii. Qual é o efeito da granulometria das partículas na ação corretiva (se houver) e na disponibilidade de nutrientes e demais elementos químicos?

Vários destes questionamentos ainda não possuem sequer uma definição de qual metodologia deve ser utilizada para sua determinação.

A resposta à aplicação ao solo e seus efeitos na produção de culturas em condições controladas de casa de vegetação e a campo em experimentos de 1 ou 2 anos de duração tem sido utilizados para definição para seu credenciamento e dose a ser aplicada. No entanto, vários destes materiais terão efeito sobre os atributos químicos, físicos e mineralógicos do solo que somente poderão ser avaliados em experimentos com mais de 10 anos de aplicação contínua do remineralizador.

Excluindo os remineralizadores já definidos como adubos e corretivos que possuem solubilidade e teor de nutrientes definidos em suas formulações, que possuem ação imediata que pode se estender por um ou dois ciclos de cultura, os demais materiais utilizados possuem, na sua maioria, baixa solubilidade e baixa disponibilidade de macro e micronutrientes.

Na maioria dos casos constituem materiais cujo tamanho de partícula é superior a 0,3 mm, limite inferior do tamisamento do calcário e que possuem pequeno poder

corretivo que permanece no solo por no máximo dias ou semanas e cuja liberação de nutrientes e demais elementos é extremamente lenta para o ciclo de 90 a 120 dias de uma cultura de ciclo curto como soja, milho, trigo, etc.

Nestas condições eles podem ser utilizados como condicionadores de solos ácidos, pobres em nutrientes e que poderão ser aplicados ao solo associados a adubos, corretivos em cultivos de culturas permanentes como café, citrus, outras frutas, cana de açúcar, etc.

Nas culturas de ciclo curto, a aplicação da maioria dos pós de rochas / remineralizadores não pode ser considerada uma adubação, já que a maioria destes materiais possui muito baixa solubilidade, Estes materiais podem ser considerados condicionadores químicos e mineralógicos do solo que favorecerão a ação dos corretivos e a absorção dos nutrientes adicionados na forma de adubos orgânicos ou minerais.

A liberação de sílica e dos cátions trocáveis em solução favorecerá a absorção dos nutrientes provenientes de adubos minerais e orgânicos, o desenvolvimento do sistema radicular; fortalecerá o sistema vascular das plantas, melhorando sua sustentabilidade e diminuindo seu acamamento. Ainda, o aumento do teor de sílica em solução deverá favorecer o aumento da resistência das plantas ao ataque de pragas e de doenças fortalecendo o sistema vascular das plantas.

As quantidade de remineralizador aplicadas ao solo têm sido muito variável. Existem citações da aplicação de doses de algumas centenas de quilos até 300 toneladas por hectare. Ainda, não há nenhuma definição também quanto da frequência de aplicação dos materiais, havendo aqueles que aplicaram uma vez, aquelas que aplicam uma vez por ano, aqueles que aplicam mais de uma vez por ano e de forma sistemática.

Qual a quantidade máxima que pode ser aplicada também está para ser definida. Mas um fator a ser considerado é que o processo de intemperismo destes materiais deverá a curto prazo (dezenas de anos) aumentar o teor de partículas nas frações areia e silte nos solos. O aumento no teor de areia não é tão problemático quanto o aumento no teor de silte. Nos solos tropicais da região úmida geralmente possuem baixo teor de silte. Estas partículas que possuem diâmetro de 50 a 2 μm , em grandes proporções na fração inorgânica do solo, podem acelerar o processo de adensamento do solo, reduzindo a taxa de infiltração e a macroporosidade do solo o que pode ser prejudicial ao desenvolvimento das plantas e acelerar o processo erosivo, dificultando a infiltração da água.

Para que isto aconteça seria necessário a aplicação de doses muito elevadas (100 a 150 toneladas por hectare até a camada de 0,2 m) para que a textura do solo aumentasse em 10% no teor de partículas do tamanho de areia e silte constituintes dos remineralizadores.

Agricultores que tem aplicado 1 a 2 t ha¹ anualmente não deverão apresentar problemas físicos ou químicos em seus solos, mesmo após sua aplicação por períodos de 50 a 100 anos, de forma consecutiva.

AGRADECIMENTOS

Aos meus mestres, aos meus alunos de graduação, pós-graduação e demais colegas de trabalho. Ao CNPq dentro do processo 313180-2017/3. A Fundação Araucária dentro do Projeto de Pesquisa PRONEX protocolo 46824.

REFERÊNCIAS

BEINROTH, F. H.; UEHARA, G.; IKAWA, H. Geomorphic relationships of Oxisols and Ultisols on Kauai, Hawaii. **Soil Science Society America Journal**, 38, 128–131, 1974.

BUOL, S. W.; SOUTHARD, R. J.; GRAHAM, R. C.; MCDANIEL, P.A. 2nd ed. **Soil Genesis and Classification**. Iowa: Wiley-Blackwell; 2011.

COSTA, A.C.S. DA; SEVILHA, R.R.; CANTON, L.C.; SOUZA JUNIOR, I.G. Mineralogy of different limestones and chemical fertilizers after selective dissolution with HCl 0.1M. **Anais ASA-CSSA-SSSA International Annual Meeting**, San Antonio-TX, 2019.

COSTA, A.C.S. Rochagem: Mitos e Fatos. In: Barbosa, E.A.A. et al (eds). **Anais da VI Reunião Paranaense de Ciência do Solo**, UEPG, EMBRAPA. Ponta Grossa-PR, 65- 81, 2019.

CURCIO, G.R; LIMA, V.C; GIAROLA, N.F.B. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos**. Antropossolos: Proposta de Ordem (1^a Aproximação). Colombo: EMBRAPA Florestas, 2004.

PAVAN, M. A. **Toxicity of aluminum to coffee in Ultisols and Oxisols amended with CaCO₃, MgCO₃, and CaSO₄.2H₂O**. Soil Science Society of America Journal, 46, 1201-1207, 1982.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3^a ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos; 2013.

PHYSICAL AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF RICE (*Oryza sativa* L.) AND COMMON BEAN SEEDS (*Phaseolus vulgaris* L.) FROM LANDRACE POPULATIONS CULTIVATED IN TWO QUILOMBO VILLAGES, IN PARANA STATE, BRAZIL

Data de aceite: 22/01/2020

Rosiany Maria da Silva

M.Sc. Student

Alessandro Santos da Rocha

D.Sc. in Education, D. Sc. in Social Sciences, D.Sc. in Sociology in the Paraná State University at Maringá

José Ozinaldo Alves de Sena

D.Sc. in Agronomy and Agro-ecology, and Agronomist, M.Sc. in Plant Production, Seed Technologist both at Paraná State University at Maringá, respectively. All the current authors had similar contribution to optimize the information in this report

Marivânia Conceição de Araújo

D.Sc. in Education, D. Sc. in Social Sciences, D.Sc. in Sociology in the Paraná State University at Maringá

Eronildo José da Silva

D.Sc. in Education, D. Sc. in Social Sciences, D.Sc. in Sociology in the Paraná State University at Maringá

Rosilene Komarcheski

D.Sc. in Sociology at the Federal University at Curitiba

José Walter Pedroza Carneiro

D.Sc. in Agronomy and Agro-ecology, and Agronomist, M.Sc. in Plant Production, Seed Technologist both at Paraná State University at Maringá, respectively. All the current authors had similar contribution to optimize the information in this report

ABSTRACT: In Brazilian Quilombo Villages, many species of edible plants have been cultivated on small acreages where women-working forces have been applying rudimentary, cooperative and successful agro-ecological methods since long ago. There, we collected seed samples of landrace populations of rice (*Oryza sativa* L.) and common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) to investigate the weight of one hundred seeds, moisture contents, seed formation, storage insects, and seedling emergence using washed river sand. The weight (SW100) of the rice hulls ranged from 2.45 to 3.26 gm and common bean grain ranged from 12.76 to 35.32 gm, and the moisture contents were about 10%. The mean percentage of emergence of the rice populations was below 60% and the common bean had values from 0 to 93%. We found the usual, negative and significant correlations of the percentage of normal seedlings with the non-germinated seeds.

1 | INTRODUCTION

In Brazil, agriculture villages have been established over time and space by African and Indigenous citizens to survive against the odds from slavery and land grabbing. Along centuries, the affected populations have been

designing villages where smallholder agriculture has been applied by members who have been teaching rudimentary, cooperative and successful agriculture practices of food production to the next generations. Technical background about the biodiversity of plants and mammals as well as the physiological quality of agriculture inputs like seeds, for example, are still rudimentary, but edible plants have still been supplied to these ethnic citizens through cooperative handy-labour. Understanding the know-how behind such practices is imperative, but still difficult to achieve because of the scarce financial support, and the current social organization of the national society which did not allow yet consolidate profitable agriculture advancements. In the America Continents, Indigenous citizens in the last 10,000 (Moreno-Mayar 2018) and Africans in the last 500 years have been faced historical survival odds (Brasil, 2008; Castro, s/d; Pimenta and Gomes, 2016) despite both ethnic groups have somehow maintained their traditions, religion, and the faith in the future.

Currently, the census from 2017 does not have yet figures describing the state of the agriculture art in these villages. There has been an expectation to collect data in the census 2020 (IBGE, 2018), despite the produce quality will not yet be motive of investigation. Thus, the opportunity to collect information from these villages has been acquired major importance in agriculture colleges where scholars can help public policies for empowering and putting all of these citizens in the chain of edible food production. The objective of these exploratory data is to report the seed quality from rice and common bean landrace populations of plants stored in situ for sowing the agriculture lands in two villages of the Paraná State, Brazil.

2 | MATERIAL AND METHODS

In February 2018, we collected four samples of rice and nine samples of common bean seeds of landrace plant populations which were stored in situ using dark glass recipients for further analysis in the Seed Science and Technology Laboratory, Iguatemi Research Station at 23° 21' SL, 52° 04' WL and 542 m of altitude, 20 km apart the University Central Campus at Maringá, Paraná State, in Brazil. The weather conditions in the Iguatemi Research Station is classified as Cfa where the temperature randomly ranged from 5 to 30 °C, and relative humidity from 53 to 100% from August 1st to September 30th, 2018 when we evaluated the emergence. We decided by non-destructive tests as the seed weight (8 replications of 100 seeds), seed sample purity, seed integrity, and seedling emergence using washed river sand because of the small quantity of seeds in the samples supplied by the oldest woman crop field manager. In contrast, the seed moisture contents were evaluated under temperature of 103 °C for 24 hrs when samples with one hundred dry seeds were weighted following the recommendation in the national Rules for Seed Testing (BRASIL, 2009). The

percentage of normal and abnormal seedlings in the Figures 3a, 3b, and 3c, and the non-germinated seeds were the components of the emergence test. Four landrace populations of rice seeds and six populations of common bean germinated from eight replications of fifty seeds. Three populations of common beans had four, and one had only two replications of fifty seeds. The seed integrity of the rice caryopses were analyzed under stereo microscope looking for the presence of storage insects.

The preliminary results were analyzed by box-and-whiskers plots (Krzywinski and Altman, 2014; Spitzer, Wildenhain, Rappsilber and Tyers, 2014) based on Exploratory Data Analysis (EDA) to maximize our insight into data set, detect outliers, and highlight important variables for future studies (Waltenburg and McLauchlan, 2012). Next, we verified the effect size (Maher 2013) by the Pearson r correlation (<https://www.statisticssolutions.com/statistical-analyses-effect-size/> Access in April 25, 2019) as well as to communicate the results to the rural community. In many fields, the effect size has been a good practice for empirical research findings. In scales (Cohen, 1988 and 1992; Akbaryan, 2013; Maher et al. 2013), small $r = 0.1$, medium $r = 0.3$, and large $r = 0.5$ and very large $r = 0.70$, and the possible range is $+1$ to -1 . These estimates provide a description of the size of the observed effects independently of misleading influences from the sample size (Fritz, 2012). The components of seedling emergence tests were photographed to report the possible causes of the morphological abnormalities. The box-and-whiskers plot and the correlation coefficient were calculated by the Action 2.9 Software, free for download. In April 27th, 2019 these results were introduced to the members of the villages for appreciation as part of the dissertation from the first author, Ms Rosiany Maria da Silva. Moreover, at same date, a sample of rice seeds was collected again, but based on the introduced results and analyzed for seed purity, seed germination and seedling emergence for data validation.

3 | RESULTS AND DISCUSSION

The one hundred seed weight (g) of the rice seeds had different responses from the four landrace populations. The populations 1 and 4 had the lowest estimates range. We found two outliers in the population 1 and one outlier in the 4, and all of the four responses were right-skewed. The seed population 2 had similar mean and median and the number 3 had large box with small number of right-skewed data (Figure 1a). The percentage of normal seedlings (Figure 1b) had data left-skewed (population 1), normal data (population 2), and large boxes accounting for 50% of the replications in both cases. In contrast, the populations 3 and 4 had the lowest percentage of normal seedlings but they had small boxes. These values below 60% were lower than reported in the literature (Marques et al. 2018), but the causes still

require further investigation. One reason for these responses may be explained by the presence of empty and semi-developed hulls ($r = - 0.95$; $P \leq 0.01$) because the local produce storage system had not graded the rice seeds, yet. The validation test indicated the percentage of seed purity for landrace rice seeds of 99.87% with components of the seed germination 85.25% of normal seedlings, 11.75% of abnormal seedlings, and 3% of non-germinated seeds under temperature of 30°C in the seed germinator. Under washed sand in the controlled temperature of 30°C, the percentage of normal seedlings corroborated the initial values (Figure 1b and 1c) but suggesting non-vigorous seeds available for rice crops. These values were similar to the population 2 (Figure 1b).

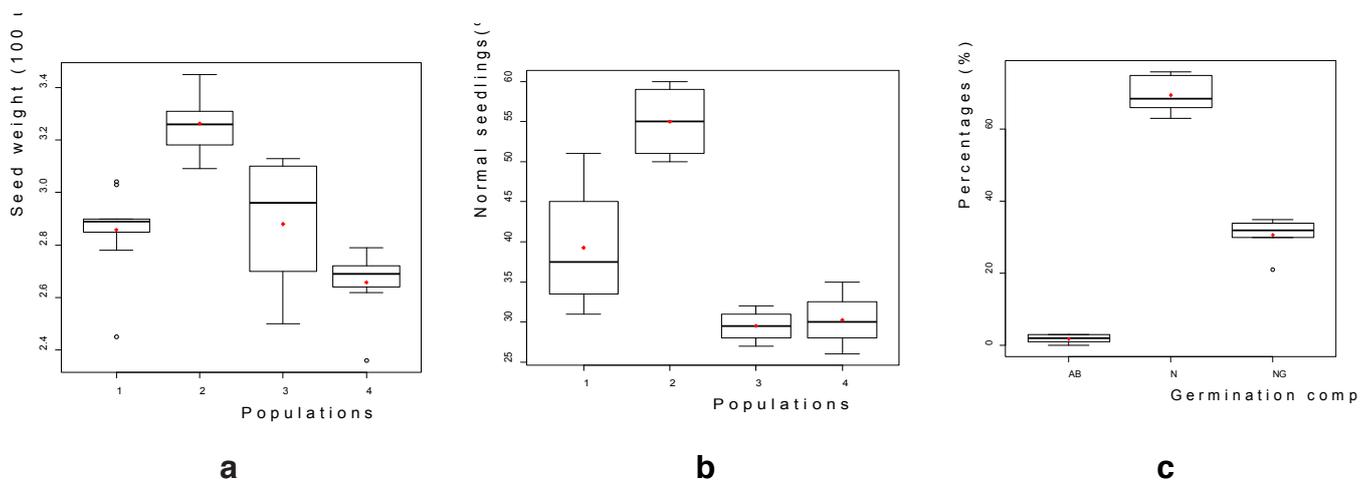


Figure 1: **a)** Box-and-whiskers plots indicating the weight of one hundred seeds (g) and **b)** percentage of normal seedlings emergence (%) by using washed river sand from four populations of landrace rice seeds, and **c)** validation test using washed river sand where N = normal seedlings, AB = abnormal seedlings and NG = non-germinated seeds. The validation test was carried out under controlled temperature of 30°C.

The r test ($r = - 0.92$) significantly correlated the weight of 100 seeds with non-germinated seeds ($P \leq 0.10$) and suggests the presence of damaged hulls in the rice samples (Figure 4c). In the Table 1, negative and significant effect ($r = - 0.99$, $P \leq 0.01$) was found correlating normal seedlings with non-germinated seeds because the correlation with the percentages of abnormal seedlings were non-significant ($P > 0.10$). The weight of 100 seeds corroborated the percentage of normal seedlings ($P \leq 0.01$). The weakness effect ($r = - 0.05$) of the seed moisture on the percentage of normal seedlings was non-significant ($P > 0.10$).

	Seed weight	Seed moisture	Seed samples purity	Storage insects	Empty or malformation hulls	Normal seedlings	Abnormal seedlings	Non-germinated seeds
Seed weight	1							
Moisture contents	0.91 *	1						
Seed samples purity	0.43 ^{NS}	0.60	1					
Storage insects	0.91*	0.99 ***	0.59 ^{NS}	1				
Empty or malformation hulls	-0.41 ^{NS}	-0.47 ^{NS}	-0.95 **	-0.46 ^{NS}	1			
Normal seedlings	0.90 *	0.68 ^{NS}	0.43 ^{NS}	0.68 ^{NS}	0.54 ^{NS}	1		
Abnormal seedlings	-0.36 ^{NS}	-0.05 ^{NS}	0.47 ^{NS}	0.04 ^{NS}	-0.26 ^{NS}	0.56 ^{NS}	1	
Non-germinated seeds	-0.92 *	-0.74 ^{NS}	-0.43 ^{NS}	-0.75 ^{NS}	0.61 ^{NS}	-0.99 ***	0.45 ^{NS}	1

Table 1. Pearson matrix of the weight of one hundred seeds, seed moisture, seed sample purity, and components of the emergence test of rice seedlings by using washed river sand in glasshouse conditions.

*Significant at $P \leq 0.10$, **Significant at $P \leq 0.05$, ***Significant at $P \leq 0.01$, and ^{NS}Non-significant correlations.

The explanation for the above results may be accounted to the moisture contents around 10% (Popinigis, 1977) for many of the populations. We saw some brown hulls suggesting fermentation during the management of the rice seed population, seedborne diseases (*Pyricularia oryzae*) or genetic contamination, but this fact must be motive of further investigation. One possibility to explain of the average emergency figures can be the presence of *Sitophylus oryzae* L. (Figure 4c; Table 1)

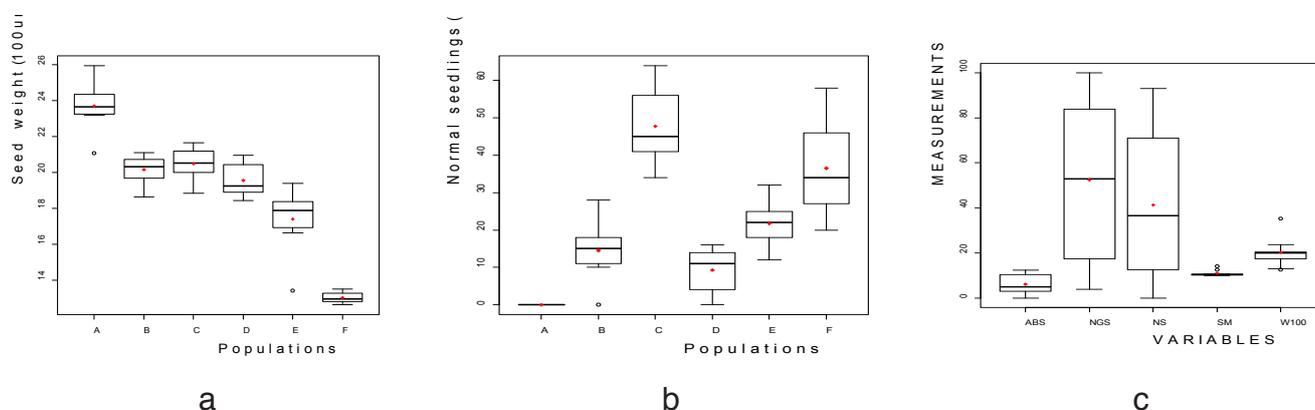


Figure 2. Box-and-whiskers plots from data of one hundred seed weight (a), components of the emergence test in percentage (b - normal seedlings (NS)), abnormal seedlings (ABS) and (c - non-germinated seeds (NGS), and seed moisture (SM)) by using washed river sand conditions of traditional common bean seeds.

Next, the seed weight of 100 seeds of common beans for landrace populations nominated from **A** to **F** had small variation, but ranged from heavy seeds as we can see in the population **A** to light seeds in the **F** (Figure 2a). The physical aspect of the samples of common bean suggests rudimentary cleaning of the seeds using handy round screen. The mixture of different genotypes in every population may also explain these results, but this fact must be investigated by DNA methods. The percentage of emerged normal seedlings using washed river sand ranged from 0 to 93% when the box-and-whiskers plots had three many population with small quantity of seeds (only two hundred seeds were evaluated in the landrace population **I** (Figure 2c)) where **A** was 0 and **C** and **F** had the boxes large than **B**, **D**, and **E** that obeyed the normal distribution unlike the right-skewed as the landrace populations **B** and **C**. The only significant effect ($P \leq 0.01$) was the correlation of normal seedlings with non-germinated seeds ($r = -0.99$). The explanation for the reduced mean figures of normal seedlings was the presence of non-germinated seeds (Figure 2c) but the effect of the medium value ($r = 0.27$) was not significant ($P > 0.05$). Similar discrepancies in the emergence of common beans populations under sand conditions were reported in the literature (Lopes et al., 2017).

	Seed weight	Seed moisture	Normal seedlings	Abnormal seedlings	Non-germinated seeds
Seed weight	1				
Seed moisture	0.06 ^{NS}	1			
Normal seedlings	0.09 ^{NS}	-0.28 ^{NS}	1		
Abnormal seedlings	-0.25 ^{NS}	0.17 ^{NS}	0.27 ^{NS}	1	
Non-germinated seeds	-0.06 ^{NS}	0.24 ^{NS}	-0.99 ^{**}	0.38 ^{NS}	1

Table 2. Pearson coefficients of correlation for seed weight of one hundred seeds, seed moisture, and the components of emergence test for common bean seedlings by using washed river sand conditions.

*Significant at $P \leq 0.05$, **Significant at $P \leq 0.01$ and ^{NS} Non-Significant correlations.

From the harvesting to the qualitative analysis there was no insect attack to the samples. The level of seed moisture may explain the absence of post-harvesting insects because of the impermeable storage glass bottle. This fact could be attributed to the seed drying to safe levels of seed moisture before the storage. We also verified similar absence of insects in the usual plastic bottle storage. Otherwise, the same Figures 3a, 3b, and 3c suggest the presence of mechanical damage likely produced by grainfalls during handy fruit threshing. In the Figure 3a, the second and third seedlings at left did not develop the cotyledonary leaves. Fissure in the seedling hook (Figure 3c) is the common seed damage by mechanical threshing tools. Mechanical damages have no effect on edible grain but it is deadly on seed viability.

The alternative mechanism to avoid mechanical damage in small holder agriculture is to avoid grainfalls and adapt a domestic horizontal plucking cylinder with the peeling rubbers attached to the outside.



Figure 3 – Characteristics of abnormal seedlings of traditional common beans during the emergence under washed river sand conditions; **a**) no-cotyledon pairs, **b**) damaged hook and **c**) hook fissure.

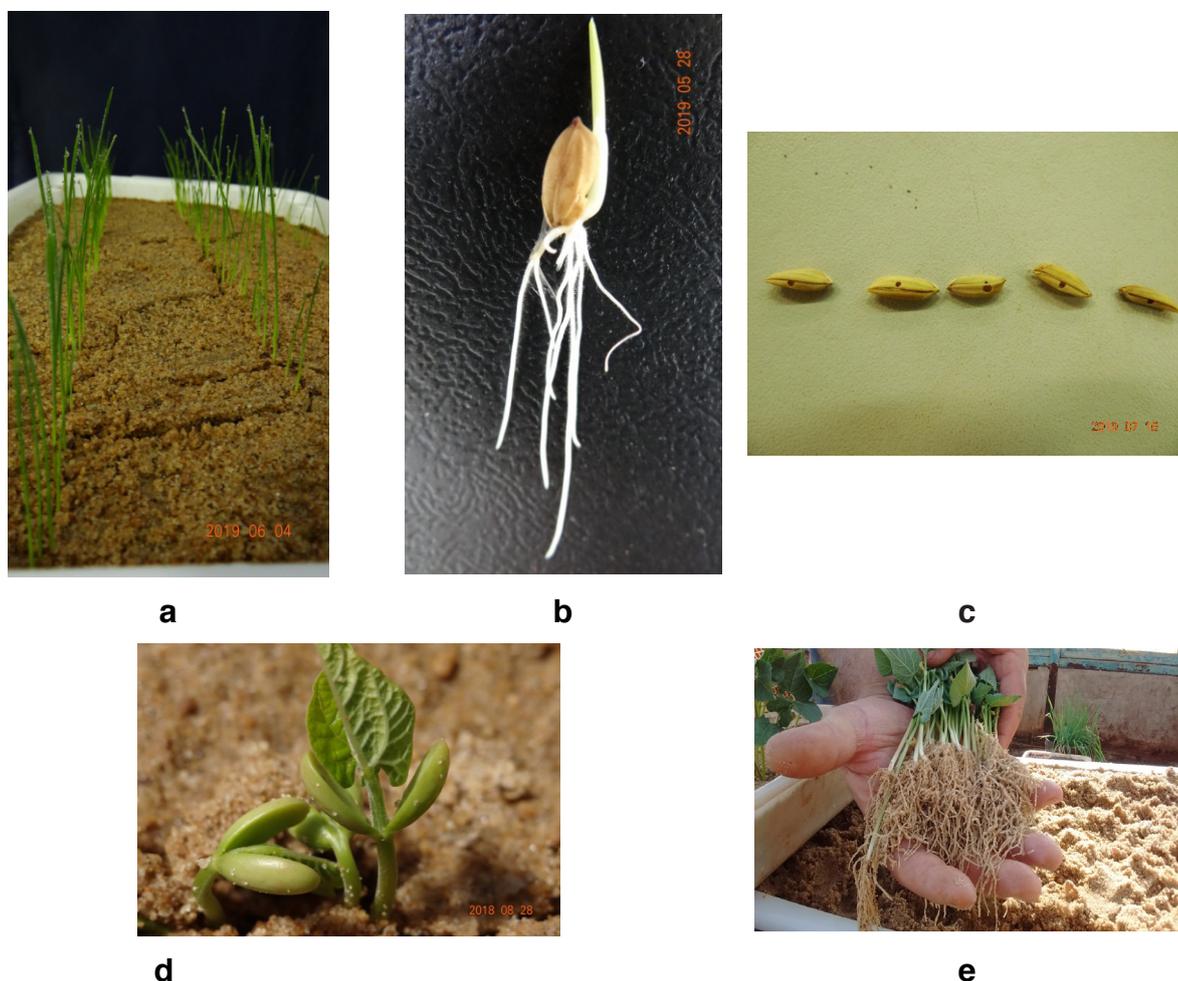


Figure 4 – Normal seedlings of the landrace cultivar of rice seeds (Figures **a** and **b**); hulls perforation by rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.) (Figure **c**); normal seedlings of common beans and the radicular system of the normal seedlings (Figure **d** and **e**)

We found significant effect ($r = -0.99$, $P \leq 0.01$) correlating normal seedlings with the non-germinated seeds; in contrast, the other effects evaluated had estimates lower than values recommended in the literature (Cohen 1988, 1989). The colyledonary

leaves, the cotyledons, and the radicular systems (Figures 4d and 4e) indicate the phenology of the normal seedlings of common beans emerging from washed river sand. Emergence of seedlings from washed river sand is a safety method for reproducing the recommended method in the Rules of Seed Testing (Brazil, 2009) under condition of smallholder agriculture. They must be carried out soon after the seed harvesting and next before the seed sowing. This recommendation allows plant growers to make safe decisions about the seed sowing under field conditions. One test still required in such scope is the Topographic Tetrazolium Test available in the Rules for Seed Testing (Brasil, 2009). Researchers may investigate in depth the additional causes of poor figures from the current analyses because of many aphid insects under field conditions, rain water damages, and high temperature during seed drying. Poor seed samples is usual when we make the decision to collected samples from smallholder agriculture in locus. In the current case, the results were a further step to understand the background of the smallholder agriculture.

Finally, the most important achievement was the massive audience of smallholder farmers in the class room where these results were introduced. There was strong interaction with the presenter and with the agro-ecology team working in the Paraná State University of Maringá. There, we verify the feedback to the villagers about these easy techniques suitable to ameliorate their agriculture system of seed management for better grain harvesting.

4 | CONCLUSIONS

Agriculture system for cropping traditional landrace rice and common bean seeds by the smallholder agriculture in rural villages confirm the significant potential to support the livelihood in the Quilombos as they have did it for centuries. The qualitative characteristics of the plant population will depend only of cost-effective decisions suitable to improve the profits of all the families. Mechanical damages and the lack of seed cleaning and grading are the main constraints to overcome the qualitative levels found for both seed plant inputs. Normal seedling emergence by using washed river sand is an easy method to reproduce under village conditions the similar results from the laboratories.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors are thanks to government sponsors for allowing this research feasible, the staff of the Seed Science and Technology Laboratory of the Paraná State University of Maringá for the logistic assistance, and special to the village crop manager Mrs Salustiana de Oliveira Santos (89-years-old) in conjunction with local

members of the village by the massive attendance to the class room where this technical report was first introduced. We are also thanks to professionals, scholars and researchers for reading this report.

REFERENCES

- Akbaryan, F. (2013). **Effect Size**. Edmonton: Department of Rehabilitation Medicine, University of Alberta, 23 p.
- Pelwing, A. B., Frank, L. B. and Barros, I. B. de (2008). **Rev. Econ. Sociol. Rural**, Piracicaba, SP, vol. 46, nº 02, p. 391-420.
- Bragantine, C. **Alguns Aspectos do Armazenamento de Sementes e Grãos de Feijão**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 28 p. – (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644; 187). In Portuguese.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p. In Portuguese.
- Brasil, (2008) Câmara dos deputados. **Abolição da escravidão e dia da consciência negra**. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2008. 51 p. – (Série cadernos do museu; n. 8). In Portuguese.
- Castro, Y. P. (s/d) **A influência das línguas africanas no português brasileiro**. 12 p. In Portuguese.
- COELHO, M. M. C, Potencial fisiológico em sementes de cultivares de feijão crioulo (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 32, nº 3 p.097-105, 2010. In Portuguese, English Abstract.
- Cohen J (1988). **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences**, 2nd ed., Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Cohen J (1992). **A power primer**. *Psychol Bull* 112, p. 155–159.
- Floriańczyk, Z., Krzysztof J., Konrad Ł. Czapiewski, K. Ł. (2012). The importance and diffusion of knowledge in the agricultural sector: The polish experiences. **Geographia Polonica** v.85, Issue 1, pp. 45-56. <http://dx.doi.org/10.7163/GPol.2012.1.4>
- Floriańczyk Z., 2007. **Rural technology transfer in transition economies in Poland**. D12-3 Fourth 6-monthly report. CEEC AGRI POLICY: Agro economic policy analysis of the new member state, the candidate states and the countries of the western Balkan. Internet: Agripolicy.net, 17 pp. [http://www.euroqualityfiles.net/cecap/ Report 4/Section 2 country report/CEECAP report 4 section 2 POLAND.pdf](http://www.euroqualityfiles.net/cecap/Report%204/Section%20country%20report/CEECAP%20report%204%20section%20POLAND.pdf)
- Fritz, C.O., Morris P.E. and Richler, J.J. (2012). Effect Size Estimates: Current Use, Calculations, and Interpretation. **Journal of Experimental Psychology**. v.141, n.1, p. 2–18.
- ISTA. **International Seed Testing Association**. Secretariat, Bassersdorf: Switzerland International Rules for Seed Testing. Chapter 2. 2017. 52 p.
- Krzywinski, M. and Altman, N. (2014) Points of Significance: Visualizing samples with box plots. **Nature Methods** v. 11, p.: 119–120. doi:10.1038/nmeth.2813
- Lopes, H. M., Brandão, A. A., Araújo, J.S. de P. and Bennett, M. A. (2017). Physiological and phytosanitary quality of common bean seeds used by small growers in Minas Gerais State, Brazil. **Rev.**

Agroecoambiental: Pouso Alegre, v.9, n.4, p.61-68. In Portuguese, English Abstract.

Maher, J. M., Markey, J. C. and Ebert-May, D. (2013). The Other Half of the Story: Effect Size Analysis in Quantitative Research CBE—**Life Sciences Education** Vol. 12, p. 345–351

Marques, G. E. de C., Sousa, F. C., Muniz, R. A., Abreu, L. S. de 4, Matos, J. M. de (2018) Qualidade química e fisiológica de sementes crioulas de arroz no Maranhão Conservação e Manejo da Socio-biodiversidade e Direitos dos Agricultores e Povos e Comunidades Tradicionais. **Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF**. 12-15 de Setembro 2017. Brasília: DF, Brasil. Cadernos de Agroecologia vol. 13, n. 1, Jul. 7p. In Portuguese, English Abstract.

Moreno-Mayar, J.V. *et al.*, (2018). Early human dispersal within the Americas. **Science** 10.1126/science.aav2621, 26 p.

Medeiros Coelho, C. M., Arruda S. C., Zilio, M., Ferreira, M. A., (2019) Ação de dessecante na pré-colheita sobre a produtividade e a qualidade fisiológica de sementes crioulas de feijoeiro. **Semina: Ciências Agrárias**, 33p. In Portuguese, English Abstract.

Pimenta, T. S. Gomes F. (2016) **Escravidão, doenças e práticas de cura no Brasil**. Rio de Janeiro: Outras Letras, 312 p. In Portuguese.

Popinigis, F. (1977). **Fisiologia da Semente**, Ministério da Agricultura, Agiplan: Brasília, DF. BID. 289 p. In Portuguese.

Salami, Adeleke, Kamara, Abdul B., Brixiova, Zuzana (2010), Smallholder Agriculture in East Africa: Trends, Constraints and Opportunities, **Working Papers Series N° 105 African Development Bank**, Tunis, Tunisia.

Spitzer, M., Wildenhain, J., Rappsilber, J., Tyers, M. (2014). Box-Plot R: a web tool for generation of box plots. **Nature Methods** v. 11, p.: 121–122. doi:10.1038/nmeth.2811

Statistics Solutions. (2013). **Effect Size** [WWW Document]. Retrieved from <http://www.statisticssolutions.com/academic-solutions/resources/directory-of-statistical-analyses/effect-size/>

TeBeest, D.O., C. Guerber and M. Dittmore. 2007. Brusone (Piriculariose, pt) do arroz. Portuguese translation by André A. Schwanck, Emerson M. Del Ponte, e Alfredo S. Urashima, 2009. **The Plant Health Instructor**. DOI: 10.1094/PHI-I-2009-0720-01. *Reviewed 2012*.

Waltenburg, E. and McLauchlan, W., (2012)). **Exploratory Data Analysis: A Primer for Undergraduates** (2012). Department of Political Science Faculty. Paper 4.

USO DE *Lachancea thermotolerans* CCMA 0763 NO CONTROLE DE OÍDIO E NA INDUÇÃO DE GLICEOLINA EM SOJA

Data de aceite: 22/01/2020

Luís Henrique Brambilla Alves

Graduando em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM) e-mail: luis.brambilla@hotmail.com

Bruna Broti Rissato

Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PGA), Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá/PR, e-mail: brunarissato@hotmail.com

Rosane Freitas Schwa

Prof^a. Dra, Titular na Universidade Federal de Lavras, Depto de Biologia, Programa de Pós-graduação em Microbiologia Agrícola (PPGMA) e-mail: rfschwan@gmail.com

Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada

Prof^a. Dra, PROFAGROEC e PGA da Universidade Estadual de Maringá, UEM, Pq2 CNPq e-mail: krfsestrada@uem.br

RESUMO: O fungo *Microsphaera diffusa*, agente etiológico do oídio da soja pode ocasionar perdas de até 40% na produção. O controle desta doença é difícil e em soja sob cultivo agroecológico opta-se por utilizar produtos naturais. Este trabalho teve como objetivo avaliar o uso da levedura *Lachancea thermotolerans* no controle da doença, na indução da gliceolina e o efeito dos tratamentos sobre a produção de clorofila *a* e *b*. As sementes

de soja cultivar NA 5909 foram semeadas em vasos contendo mistura solo: areia em casa de vegetação. Após 32 dias da semeadura, com o aparecimento dos primeiros sintomas da doença, iniciou-se aplicação dos tratamentos (células de *L. thermotolerans*; mix (células + filtrado); filtrado; leite in natura e caldo de cana, todos na concentração de 10%) bem como a avaliação de severidade da doença. Com os dados obtidos, calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) sendo que o tratamento com leite in natura o que apresentou a menor AACPD. A produção da fitoalexina gliceolina foi analisada no bioensaio em cotilédones da soja tratados com os diferentes tratamentos e verificou-se que todos os tratamentos foram eficientes em produzir gliceolina nos cotilédones. Foi possível verificar que os tratamentos não alteraram a produção de clorofila *a* e apenas os tratamentos de células e filtrado de *L. thermotolerans*, promoveram incremento na produção de clorofila *b*. Assim, conclui-se que o leite in natura e as células leveduriformes bem como o filtrado das células, podem ser adicionados ao manejo integrado para controle de oídio da soja.

PALAVRAS-CHAVE: fitoalexina, levedura, leite in natura

USE OF *Lachancea thermotolerans* CCMA 0763 IN THE CONTROL OF OIL AND THE INDUCTION OF GLYCEOLIN IN SOYBEAN

ABSTRACT: *Microsphaera diffusa*, the etiological agent of soybean powdery mildew can lead to losses of up to 40% in production. The control of this disease is difficult and in soybeans under agroecological cultivation uses natural products. The objective of this work was to evaluate the use of the yeast *Lachancea thermotolerans* in the control of the disease, the induction of glyceolin and the effect of the treatments on chlorophyll *a* and *b* production. The seeds of soybean NA 5909 were sown in pots containing soil: sand mixture in a greenhouse. After 32 days of sowing, with the onset of the first symptoms of the disease, the treatment was started (*L. thermotolerans*; mix cells + filtrate), filtered, raw milk and cane juice, all at a concentration of 10%) as well as the assessment of disease severity. With the obtained data, the area under the disease progress curve (AUDPC) was calculated, being the treatment with raw milk that presented the lowest AUDPC. To verify the production of phytoalexin glyceolin, a bioassay was performed on soybean cotyledons treated with the different treatments and it was verified that all the treatments were efficient in producing glyceolin in the cotyledons. In relation to chlorophyll production, it was possible to verify that the treatments did not altered the production of chlorophyll *a* and only the treatments of cells and filtrate of *L. thermotolerans*, promoted an increase in the production of chlorophyll *b* in soybean. Thus, it is concluded that raw milk and yeast cells as well as cell filtration can be added to the integrated management to control soybean powdery mildew.

KEYWORDS: phytoalexin, yeast, raw milk

1 | INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* L.) contribui para uma parcela significativa das exportações brasileiras e milhares de famílias são beneficiadas pela geração de empregos advindos do complexo de produção, transporte e industrialização da soja (IBGE, 2016). Na safra 2018/19, o Brasil foi o segundo maior produtor de soja do mundo com produção de 117,00 mil toneladas, perdendo apenas para os Estados Unidos, com 123,66 mil toneladas (CONAB, 2019). Com o aumento da área semeada, a preocupação com relação à agentes causadores de doenças é crescente, uma vez que, o ataque feito por esses agentes, podem causar perdas na produção. Mais de 40 doenças causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus já foram identificadas em soja no Brasil (HENNING et al., 2014).

Entre as doenças que podem causar perdas de produtividade na soja, pode-se citar o oídio, causado pelo fungo *Microsphaera diffusa* (Cooke & Peck) que foi considerada de pouca importância, mas que ganhou destaque após a safra de 1996/97, quando ocasionou perdas de rendimento de até 40% (YORINORI, 1997). Dentre os sintomas aparentes na planta, observa-se a formação de uma fina camada de micélio branco sobre a folha, podendo cobri-la por inteiro. Quando mais velho o

micélio, a coloração passa de branca, para castanho-acinzentado e em condições de infecção severa, o micélio e as frutificação do fungo impedem a folha de fazer fotossíntese, levando as mesmas a ter queda prematura (YORINORI, 1997).

Atualmente, existem cultivares que são resistentes ao ataque de *M. diffusa*, porém, nem sempre são recomendadas ou encontram-se disponíveis para o plantio em determinadas regiões. Dessa forma, o controle do oídio é realizado na maioria das ocorrências por meio de fungicidas entretanto o uso incorreto destes produtos químicos pode causar sérios problemas ambientais, como também resistência por parte do fungo (GODOY et al., 2014). Além disso, a preocupação com a saúde humana, leva o mercado a buscar algumas alternativas no controle de doenças, entre as quais, está o controle biológico, utilizando microrganismos que já estão presentes no ambiente (natural) bem como fazer a introdução do agente antagonista, que pode ser bactérias (ex: *Bacillus subtilis*), fungos (ex: *Trichoderma harzianum*) ou leveduras (ex: *Saccharomyces cerevisiae*).

As leveduras têm sido usadas como agentes de biocontrole e entre elas, a levedura do o gênero *Saccharomyces* tem se destacado (GOUVEA et al, 2007). Entretanto outros gêneros também tem sido estudados como *Pichia* spp., *P. guilliermondii*, *Rhodotorula mucilaginosa* que apresentaram eficiência no controle de doenças em pós-colheita (SILVA et al, 2015). As leveduras *Candida saopaulonensis* C6A, *C. laurentii* FVC10 e *Bullera sinensis* FVF10 (R1) foram testadas para o controle do tombamento e da podridão radicular causada por *Rhizoctonia solani* em plantas de feijão-caupi e reduziram a severidade da doença em 57,4%, 48,5% e 66,3%, respectivamente, sendo considerados promissores para atuarem como agentes de biocontrole (TENÓRIO et al., 2019).

Outra levedura como potencial para ser usada no controle biológico é *Lachancea (Kluyveromyces) thermotolerans*, que é encontrada naturalmente em uvas, mas também em outros habitats como solo, insetos e plantas sendo amplamente distribuídas em todo o mundo (MORATA et al, 2018). Por apresentar esta versatilidade de habitats, pode mais facilmente se adaptar as diferentes ambiente e, possivelmente, atuar no controle biológico, embora não se conheça o seu modo de ação. Saab (2016), trabalhou com *L. thermotolerans*, em ensaio in vitro, para controle de *Phytophthora sojae* e observou formação de halo de inibição, sugerindo a produção de substância antibiótica e quando realizou bioensaios para detectar compostos voláteis, não verificou nenhum efeito sobre o fitopatógeno.

As células microbianas, também podem ser utilizados para induzir a produção de fitoalexinas nas plantas. As fitoalexinas são compostos antimicrobianos, que possuem baixa massa molecular e são produzidas pelas plantas em resposta à ação de agentes bióticos e/ou abióticos podendo conferir-lhes resistência ao ataque de patógenos (STANGARLIN et al., 2011). Por exemplo, *Saccharomyces boulardii* e derivados, como filtrado de cultura e produto comercial à base de células desta levedura, induziram a síntese das fitoalexinas gliceolina em cotilédones de soja e

deoxiantocianidina em mesocótilos de sorgo (STANGARLIN et al., 2010).

Além do uso de microrganismos no controle de doenças de plantas, tem-se utilizado a aplicação de leite in natura, principalmente para o controle de oídio em diferentes culturas como abobrinha,

Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da levedura *Lachancea thermotolerans* CCMA 0763 no controle de oídio em folhas de soja, na indução da fitoalexina gliceolina em cotilédones de soja e detecção do teor de clorofila *a* e *b* nas folhas de soja.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O fungo leveduriforme *Lachancea thermotolerans* (Filippov) Kurtzman (CCMA 0763) utilizado nesta pesquisa, foi cedido pela Universidade Federal de Lavras – UFLA, pertencente a Coleção de Culturas de Microbiologia *Agrícola*.

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Controle Alternativo e Indução de Resistência e em casa-de-vegetação da Universidade Estadual de Maringá (UEM) em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 8 repetições em casa-de-vegetação e 6 no bioensaio com fitoalexinas.

O meio de cultura para cultivo da *L. thermotolerans* foi composto por caldo de cana e água (proporção de 3:1, v:v), em erlenmeyers que foram autoclavados a 120°C por 20 minutos. Após o resfriamento, o fungo leveduriforme foi transferido para este meio a partir da concentração inicial de 10^4 células mL⁻¹. Os erlenmeyers foram mantidos a temperatura de 25°C e observado até o encerramento do processo fermentativo (fim da produção de gás carbônico e mudança na coloração do meio, isto é, ausência de bolhas de ar e o meio tornou-se mais claro). Este processo foi de aproximadamente sete dias. Em seguida, o conteúdo dos erlenmeyers foi filtrado obtendo-se as células livres do meio e o filtrado fermentado.

Como tratamentos para os experimentos foram utilizadas células de *Lachancea thermotolerans*, mix de *L. thermotolerans*, filtrado de *L. thermotolerans* e leite in natura, todos a 10% e caldo de cana, a 10%, como controle. Na testemunha absoluta (água) não foi feita nenhuma aplicação.

Indução de gliceolina: Para a indução de fitoalexinas em cotilédones de soja, as sementes de soja cultivar NA 5909 foram sanitizadas em hipoclorito de sódio 1% (3 minutos), logo após em álcool 70% (3 minutos) e lavadas em água destilada (3 minutos) e semeadas em bandejas plásticas com areia autoclavada (duas horas à temperatura de 121°C). Após onze dias, os cotilédones foram destacados das plântulas, pesados em balança analítica e colocados em placas de Petri (cinco cotilédones/placa) contendo três folhas de papel filtro umedecidas com 1 mL de água destilada esterilizada. Com um estilete, foi feita um corte em formato de “cunha” na

superfície adaxial de cada cotilédone e, em cada um, adicionou-se 40 μL de cada tratamento sendo o tratamento controle a água destilada (ZIEGLER & PONTZEN, 1982).

As placas foram incubadas em estufa BOD, a 25°C e no escuro por 20 horas. Logo após esse período, os cotilédones foram transferidos para frascos contendo 15 mL de água destilada esterilizada e deixados em agitação por uma hora para extração da fitoalexina. O sobrenadante foi lido em espectrofotômetro a 285 nm, onde foi possível mensurar o teor da fitoalexina gliceolina (ZIEGLER & PONTZEN, 1982). O teor da gliceolina foi obtido dividindo o valor da absorbância pela massa dos cotilédones ($\text{ABS}/\text{gmf}^{-1}$).

Controle de oídio em casa de vegetação: Para verificar o efeito dos tratamentos no controle do oídio da soja, sementes de soja da cultivar NA 5909 foram semeadas em vasos plásticos, contendo solo e areia na proporção 2:1 (v:v). O delineamento foi inteiramente ao acaso, com 8 repetições.

Aos 32 dias após a semeadura (DAS), as plantas que já estavam com a doença receberam a primeira aplicação dos tratamentos. Sete dias após (39 DAS) foi realizada a segunda e última aplicação dos tratamentos numa concentração de 10%. As avaliações de severidade foram feitas aos 32, 36, 40, 44, 48 e 52 DAS.

Para as avaliações de severidade utilizou-se a escala diagramática proposta por Mattiazzi (2003) (Figura 1), sendo analisadas dois trifólios por planta, onde as médias de cada planta foi utilizada para calcular a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) segundo a equação proposta por Campbell e Madden (1990).

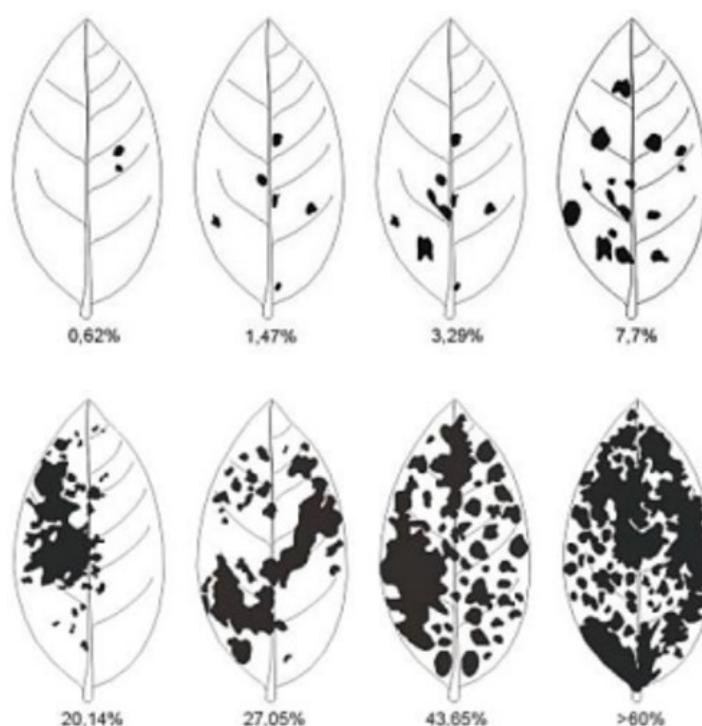


Figura 1. Escala diagramática para severidade de oídio da soja

Fonte: Mattiazzi (2003)

Teor de clorofila: Para avaliar o teor de clorofila, empregou-se a metodologia citada por Viecelli et al. (2009). Aos 3 dias da primeira aplicação dos tratamentos, foram coletados três discos de folhas com cerca de 2 mm de diâmetro para a quantificação dos teores de clorofila. As amostras retiradas foram pesadas e logo após acondicionadas em frascos de vidro âmbar contendo uma solução com acetona 80%. Quatro dias após a primeira coleta foi feita a segunda coleta, onde as amostras foram submetidas aos mesmos procedimentos de pesagem e acondicionamento. As amostras ficaram por 7 dias no escuro a 25°C. Após esse período foi feita a leitura indireta do teor de clorofila, em espectrofotômetro a 663nm e 645nm, para clorofilas *a* e *b* respectivamente. Após as leituras, o teor real de clorofila foi obtido por meio da divisão da leitura obtida em espectrofotômetro pelo peso dos discos de folha coletados (nm.gpf⁻¹).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Indução de fitoalexina gliceolina

Os resultados para o bioensaio de síntese de fitoalexinas em cotilédones de soja, estão apresentados na Figura 2. De acordo com a análise estatística, todos os tratamentos induziram a produção de fitoalexinas nos cotilédones da soja quando comparados com a testemunha, sendo que em cotilédones tratados com leite in natura, houve maior síntese de gliceolina. Nos cotilédones tratados com leite in natura, o teor de gliceolina foi 292% superior ao apresentado por cotilédones que não receberam o tratamento (testemunha). Nos demais tratamentos, os resultados foram superiores à testemunha, sendo no tratamento com filtrado de *L. thermotolerans* um acréscimo de 241% maior; com células de *L. thermotolerans*, 207,5%; com mix de *L. thermotolerans*, 198% e no controle (caldo de cana) teor foi superior em 112%.

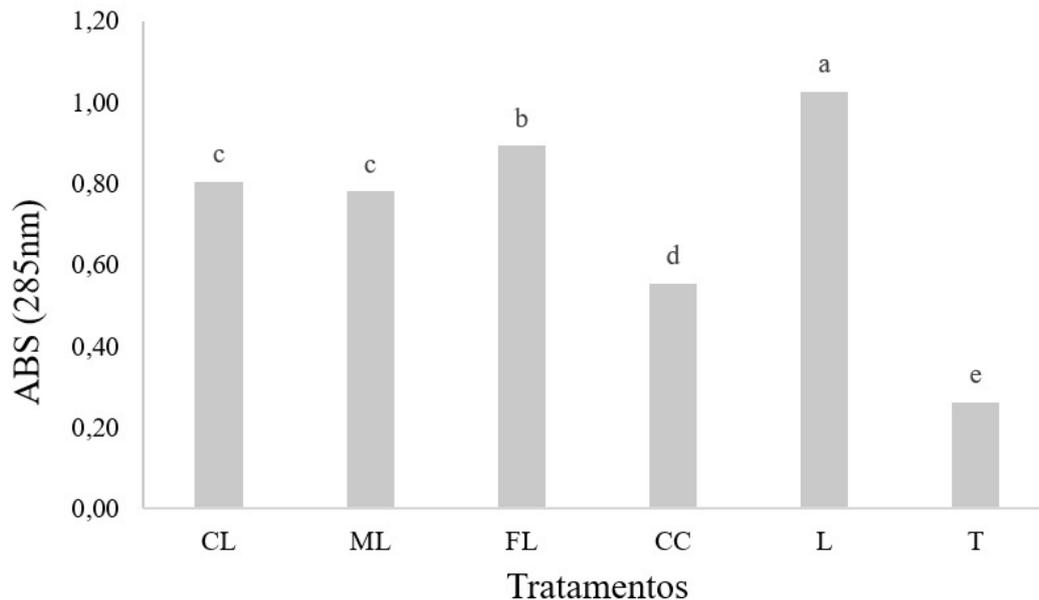


Figura 2. Indução da gliceolina em cotilédones de soja submetidos a tratamento com *Lachancea thermotolerans*, caldo de cana e leite in natura.

CL: Células de *L. thermotolerans*; ML: Mix de *L. thermotolerans*; FL: Filtrado de *L. thermotolerans*; CC: Caldo de cana; L: leite in natura; T: testemunha. Todos os tratamentos foram aplicados à concentração de 10%. Colunas com a mesma letra não diferiram entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). CV (%) = 9,5

Os tratamentos utilizando *L. thermotolerans* e o leite in natura atuaram como elicitores bióticos sendo capazes de induzir a síntese de fitoalexina nos cotilédones de soja. O acúmulo de gliceolina foi maior no tratamento com leite in natura e possivelmente esta indução se deve aos componentes estruturais ou metabólitos secretados que contribuíram para que ocorresse a síntese de fitoalexinas na planta (SMITH, 1996). Outros autores obtiveram respostas positivas para o acúmulo de gliceolina quando utilizaram extratos de cogumelos, leite fermentado (CURTI, 2010) e/ou extratos de plantas. Arruda et al (2012) trabalharam com extratos aquosos obtidos de pó seco do cogumelos *Agaricus blazei*, *Lentinula edodes* e *Pycnoporus sanguineus* nas concentrações de 1%, 2%, 4% e 10% e verificaram que a resposta foi dose-dependente, isto é, quanto maior a concentração utilizada, maior foi o acúmulo da gliceolina. Em outra pesquisa, Mioranza et al (2017) observaram que os fermentados de *Pichia* sp. CCMA0762, *Pichia* sp. CCMA0759, *Lachancea thermotolerans* CCMA0763, *Hanseniaspora opuntiae* CCMA0760 e *Kodamaea (Pichia) ohmeri* CCMA0758, na concentração de 10% apresentaram potencial na indução de fitoalexinas em soja comparado à testemunha água sendo que o fermentado de *H. opuntiae* quando autoclavado teve a maior atividade, diferindo de todas as testemunhas (caldo de cana e água).

Controle de oídio em casa de vegetação: De acordo com os dados obtidos pela avaliação da severidade do oídio, foi possível calcular a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD (Figura 3). Observou-se que a menor AACPD foi

obtida em plantas tratadas com leite in natura, o que tem sido também relatado por Bettiol (2004). Os tratamentos com o caldo de cana e as células de *L. thermotolerans* não diferiram estatisticamente da testemunha.

O mix e o filtrado de *L. thermotolerans* apresentaram valores superiores à testemunha, embora com valores inferiores ao leite. Com relação aos tratamentos que diferiram estatisticamente da testemunha, o tratamento com leite reduziu em 80% o progresso da doença, quando comparado a testemunha. O mix de *L. thermotolerans*, não atuou no controle da doença, tendo valor 21% acima do apresentado pela testemunha e o filtrado de *L. thermotolerans*, também não foi eficiente no controle da doença, apresentando valor superior a 5% comparado a testemunha.

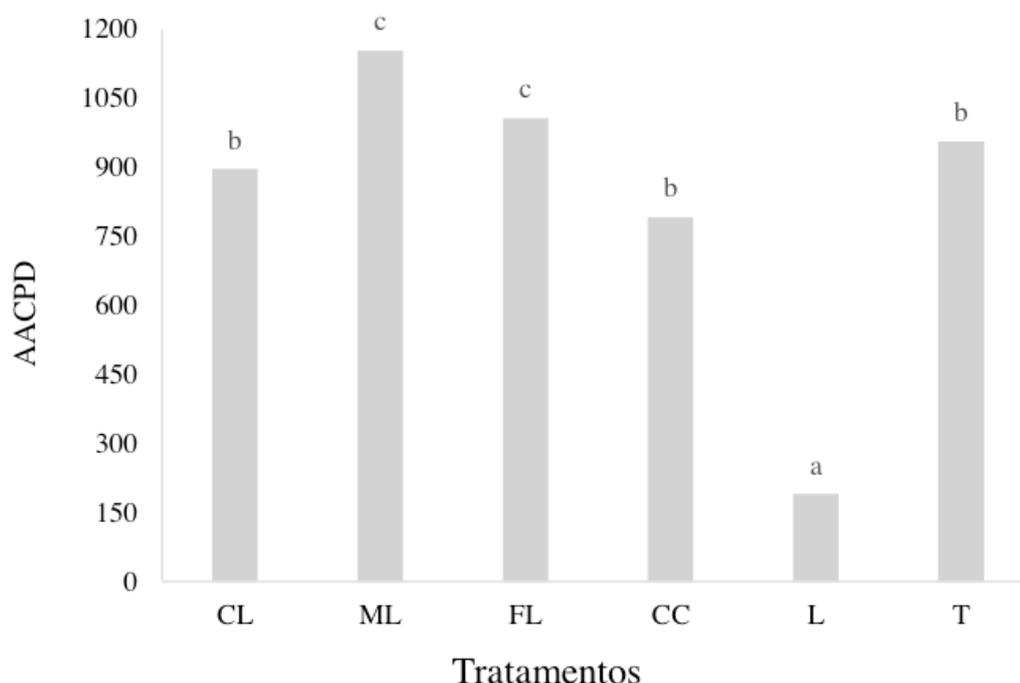


Figura 3. Área abaixo da curva de progresso da doença oídio em plantas de soja submetidas a tratamento com *Lachancea thermotolerans*, caldo de cana e leite in natura

CL: Células de *L. thermotolerans*; ML: Mix de *L. thermotolerans*; FL: Filtrado de *L. thermotolerans*; CC: Caldo de cana; L: leite in natura; T: testemunha. Todos os tratamentos foram aplicados a uma concentração de 10%. Colunas com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). CV (%) = 37,01

A eficiência de células e filtrados de leveduras bem como do leite in natura para controle de oídios foi relatada por Zatarim et al. (2005). Estes autores testaram a eficiência de diferentes tipos de leite no controle do oídio da abóbora e concluíram que o leite de vaca in natura apresentou melhor eficácia comparado à outros tipos de leite, mantendo a área foliar atacada pelo fungo praticamente estável durante o período experimental.

Trabalho realizado por Viecelli et al (2014), utilizando leite in natura como tratamento e células de levedura de *Saccharomyces cerevisiae* demonstrou a eficiência do leite atuando no controle local do oídio. Porém, as células de levedura não mostraram efeito significativo no controle da doença. Em experimento feito por

Bizi et al (2008), utilizando produtos alternativos para o controle de oídio em mudas de eucalipto, os autores observaram que o leite in natura foi eficiente para controlar o oídio. Neste mesmo experimento os tratamentos utilizando microrganismos como *S. cerevisiae* não diferiram da testemunha.

O leite in natura, fosfito de cobre, extrato à base de óleo de nim, acibenzolar-S-metil, silicato de potássio e urina de vaca foram utilizados para o controle de oídio do pepino em cultivo protegido e os autores observaram que estes tratamentos foram tão eficientes quanto os tratamentos convencionais (fungicida sistêmico e enxofre) no manejo do oídio (BELAN et al, 2013). De acordo com Bettioli (2004), o leite in natura pode ter vários modos de ação no controle do oídio. Dentre eles, cita-se as suas propriedades antimicrobianas; por apresentar diversos sais e aminoácidos; é capaz de induzir a resistência das plantas e/ou controlar diretamente o patógeno e pode estimular o controle biológico natural, pela formação de biofilme microbiano na superfície da folha

Clorofilas a e b De acordo com os dados coletados foi possível verificar que os tratamentos não afetaram a produção de clorofila a (Figura 4). A clorofila a (Chl a) está presente em todos os organismos que realizam fotossíntese oxigênica e é o pigmento utilizado para realizar a fotoquímica nas folhas (STREIT et al., 2005).

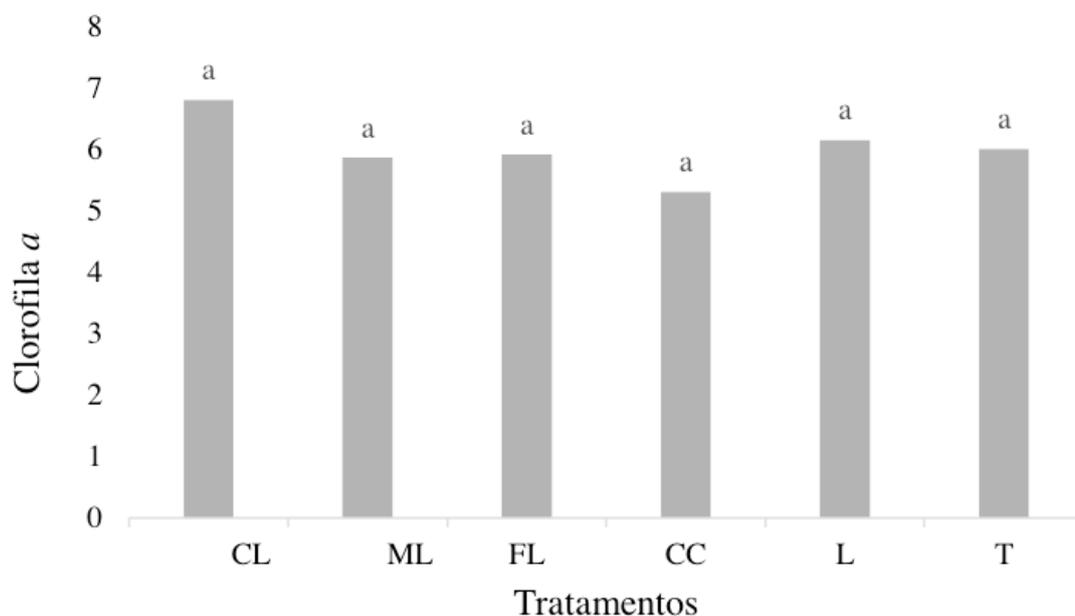


Figura 4. Teores de clorofila a em plantas de soja submetidas a tratamento com *Lachancea thermotolerans*, caldo de cana e leite in natura.

CL: Células de *L. thermotolerans*; ML: Mix de *L. thermotolerans*; FL: Filtrado de *L. thermotolerans*; CC: Caldo de cana; L: leite in natura; T: testemunha. Todos os tratamentos foram aplicados a uma concentração de 10%. Colunas com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). CV (%) = 12,07

Na produção de clorofila b (Chl b), que atua como um pigmento acessório em vegetais superiores e outros organismos como algas verdes e algumas bactérias (TAIZ E ZEIGER, 2004), foi possível verificar pequeno aumento na produção de Chl

b nos tratamentos de células e filtrado de *L. thermotolerans* (Figura 5).

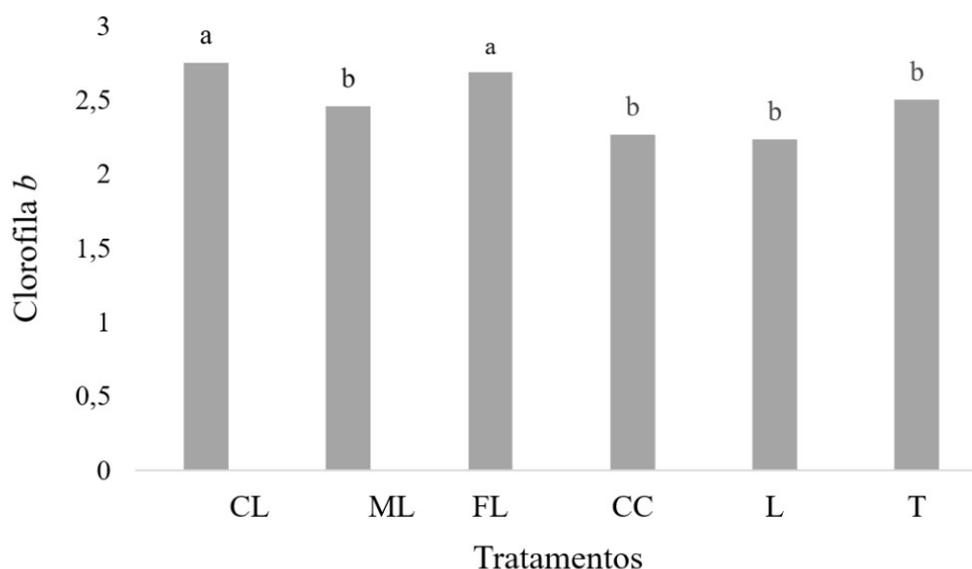


Figura 5. Teores de clorofila *b* em plantas de soja submetidas a tratamento com *Lachancea thermotolerans*, caldo de cana e leite in natura.

CL: Células de *L. thermotolerans*; ML: Mix de *L. thermotolerans*; FL: Filtrado de *L. thermotolerans*; CC: Caldo de cana; L: leite in natura; T: testemunha. Todos os tratamentos foram aplicados a uma concentração de 10%. Colunas com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). CV (%) = 11.15

Tais resultados indicaram que, de modo geral, os tratamentos não interferiram na eficiência fotossintética das plantas, pois, apesar de não ter ocorrido incremento dos referidos pigmentos, também não houve atenuação dos mesmos. De acordo com Dalio e Pascholati (2018), o teor de clorofila das plantas pode estar relacionado à agressividade do patógeno, uma vez que a atividade fotossintética é inversamente proporcional à área foliar lesionada, devido, justamente, à destruição de moléculas de clorofila nos locais sintomáticos. Neste trabalho não foi verificado a perda da eficiência fotossintética o que pode-se supor que os tratamentos, mesmo não tendo reduzido a AACPD, protegeram o maquinário fotossintético já que o micélio deste fitopatógeno cobre totalmente as partes infectadas, impedindo a fotossíntese e provocando queda prematura das folhas, o que não foi observado neste trabalho.

4 | CONCLUSÃO

De acordo com os resultados apresentados, foi possível concluir que os tratamentos utilizando a levedura *L. thermotolerans* induzem ao acúmulo de gliceolina em cotilédones de soja; não apresentaram redução na severidade da doença, porém não permitiram que o fitopatógeno afetasse o teor da clorofila *a* e contribuíram para o aumento de clorofila *b*.

O uso do leite in natura mostra-se como alternativa viável para o controle de

oídio, como já reportado por Bettiol (2004)

REFERÊNCIAS

- ARRUDA, Rafael Sanches de et al. Efeito de extratos de cogumelos na indução de fitoalexinas e no controle de oídio da soja em casa de vegetação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 2, p.164-172, mar./abr. 2012.
- BELAN, Leônidas Leoni et al. Manejo alternativo do oídio na cultura do pepino em ambiente protegido. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 11, n. 2, p.103-112, dez. 2013.
- BETTIOL, Wagner. **Leite de vaca cru para o controle do oídio**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 3 p. (Comunicado Técnico 14). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/14464/1/comunicado14.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2019.
- BETTIOL, Wagner; MORANDI, Marcelo Augusto Boechat. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. 341 p.
- BIZI, Rafaela Mazur et al. Produtos alternativos no controle do oídio em mudas de eucalipto. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 2, p.144-148, jan. 2008.
- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley & Sons. 1990. 532 p.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Análise Mensal da Soja**, Brasília, v.5, mai. 2019. Disponível em: <<file:///C:/Users/Acer/Desktop/Conab%202019.pdf>>. Acesso em: 09 jun. 2019.
- CURTI, Marinelva. **Síntese de fitoalexinas em sorgo e soja, controle de oídio e produção de pepino, cv. Hokushin, por leite fermentado, mananoligossacarídeo fosforilado e Kefir**. 2010. 78 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.
- DALIO, Ronaldo J. D.; PASCHOLATI, Sergio F. Alterações fisiológicas em plantas doentes. In: AMORIM, Lillian; REZENDE, Jorge A. M.; BERGAMIN FILHO, Armando (Ed.). **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. Ouro Fino: Ed. Agronômica Ceres, 2018. v. 1, 5 ed., cap. 36, p. 453-472, 2018
- GODOY, Claudia Vieira et al. RESISTENCIA A FUNGICIDAS EN SOJA. **Libro de Resúmenes del 3° Congreso Argentino de Fitopatología**, Tucuman, v. 1, n. 1, p.43-48, jun. 2014. Disponível em: <http://aafitopatologos.com.ar/media/secciones/241_desc.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2019.
- GOUVEA, Alfredo et al. Controle biológico de doenças em plantas pelo uso de leveduras. In: MARTIN, T.N; MONTAGNER, M.M. **Sistemas de produção agropecuária**. Dois Vizinhos: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2007. p. 156-169.
- HENNING, Ademir Assis et al. **Manual de identificação de doenças de soja**. 5. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 76 p. (Documentos 256).
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, v.29, n.12, p.1-82, dez. 2016
- MIORANZA, Thaísa Muriel et al. Indução de fitoalexinas em soja por fermentados de leveduras isoladas da fermentação do cacau e da uva passa. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 10. 2017, Maringá. **Anais...** Maringá: UNICESUMAR, 2017. p. 1 - 4. Disponível em: <<file:///C:/Users/Sony/Downloads/galao-proceedings--EPCC--80285.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2019.

- MATTIAZZI, Patrícia et al. Escala diagramática para avaliação da severidade do oídio em soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 25., 2003, Uberaba. **Anais...** . Londrina: Embrapa Soja, 2003. p. 168.
- MORATA, Antonio et al. *Lachancea thermotolerans* Applications in Wine Technology. **Fermentation**, [s.l.], v. 4, n. 3, p.1-12, 11 jul. 2018. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/fermentation4030053>.
- SAAB, Mariana Ferreira. **Potencial de leveduras no controle de *Phytophthora sojae***. 2014. 39 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2014.
- SILVA, Adriane Maria da et al. Eficiência de espécies de leveduras no controle de doenças pós-colheita de manga. **9º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2015**, Campinas, p.1-8, ago. 2015.
- SMITH, C.J. Tansley Review No. 86. Accumulation of phytoalexins: defence mechanism and stimulus response system. **New Phytologist**, [s.l.], v. 132, n. 1, p.1-45, jan. 1996. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8137.1996.tb04506.x>.
- STANGARLIN, José Renato et al. Indução de fitoalexinas em soja e sorgo por preparações de *Saccharomyces boulardii*. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 77, n. 1, p.91-98, jan./mar. 2010.
- STANGARLIN, José Renato et al. A defesa vegetal contra fitopatógenos. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 10, n. 1, p.18-46, jan./mar. 2011.
- STREIT, Nívia Maria et al. As Clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p.748-755, maio/jun. 2005.
- TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 693 p.
- TENÓRIO, Dyana A. de et al. Biological control of *Rhizoctonia solani* in cowpea plants using yeast. **Tropical Plant Pathology**, [s.l.], v. 44, n. 2, p.113-119, 27 fev. 2019. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s40858-019-00275-2>.
- VIECELLI, Clair Aparecida; CARVALHO, Jeferson Carlos; MARCHI, Fernando Henrique de. CONTROLE BIOLÓGICO DE OÍDIO DA SOJA COM A UTILIZAÇÃO DA LEVEDURA *Saccharomyces cerevisiae* E LEITE IN NATURA. **Revista Thêma Et Scientia**, Cascavel, v. 4, n. 2, p.184-188, jul./dez. 2014. Disponível em: <<http://www.themaetscientia.com/index.php/RTES/article/view/225/234>>. Acesso em: 6 jul. 2019.
- VIECELLI, Clair Aparecida et al. Indução de resistência em feijoeiro por filtrado de cultura de *Pycnoporus sanguineus* contra *Pseudocercospora griseola*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 34, n. 2, p.87-96, mar./abr. 2009.
- YORINORI, José Tadashi. **OÍDIO DA SOJA**. Londrina: Embrapa Soja, 1997. 5 p. (Comunicado Técnico 59). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/462060/1/comTec059.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2019.
- ZATARIM, Mariana; CARDOSO, Antonio Ismael I.; FURTADO, Edson Luiz. Efeito de tipos de leite sobre oídio em abóbora plantadas a campo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p.198-201, abr./jun. 2005.
- ZIEGLER, E.; PONTZEN, R.. Specific inhibition of glucan-elicited glyceollin accumulation in soybeans by an extracellular mannan-glycoprotein of *Phytophthora megasperma* f. sp. *glycinea*. **Physiological Plant Pathology**, New York, v. 20, n. 3, p.321-331, mar. 1982.

RESPOSTA DA ALFACE AMERICANA (*Lactuca sativa* L.) A ADUBAÇÃO ORGÂNICA À BASE DE ESTERCO BOVINO FRESCO E CURTIDO

Data de aceite: 22/01/2020

Flávio Antônio de Gásperi da Cunha

Programa de Pós-graduação Profissional em Agroecologia da Universidade Estadual de Maringá (PROFAGROEC/UEM)

Eurides Bacaro

Programa de Pós-graduação Profissional em Agroecologia da Universidade Estadual de Maringá (PROFAGROEC/UEM)

Flailton Justino Alves

Programa de Pós-graduação Profissional em Agroecologia da Universidade Estadual de Maringá (PROFAGROEC/UEM)

Júlio Augusto

Programa de Pós-graduação Profissional em Agroecologia da Universidade Estadual de Maringá (PROFAGROEC/UEM)

Mitiko Miyata Yamazaki

Programa de Pós-graduação Profissional em Agroecologia da Universidade Estadual de Maringá (PROFAGROEC/UEM)

Paulo Cesar Lopes

Rafael de Souza Stevaux

Programa de Pós-graduação Profissional em Agroecologia da Universidade Estadual de Maringá (PROFAGROEC/UEM)

RESUMO: Com objetivo de avaliar em condições de campo o efeito da adubação orgânica, à base de esterco bovino fresco e

curtido, através de várias formas de aplicação no cultivo da alface-americana (*Lactuca sativa* L.) e como essa adubação interfere na quantidade de produção e na qualidade dos exemplares, o experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Maringá (FEI). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com três tratamentos e quatro repetições. Nas parcelas foi disposto o tratamento do solo, incorporado e sem incorporar; nas subparcelas a condição do esterco, fresco ou curtido e, na sub-subparcela, a testemunha, sem adubação. Avaliou-se o peso total e peso comercial. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey a 5%, utilizando-se o programa SISVAR. Observou-se que o esterco sem incorporar foi o melhor método utilizado, podendo ser aplicado ao solo curtido ou fresco.

PALAVRAS-CHAVE: Adubo orgânico, alface americana, esterco bovino.

RESPONSE OF THE AMERICAN LETTUCE (*Lactuca sativa* L.) ORGANIC FERTILIZATION BASED ON FRESH AND TANNED BOVINE STRAW

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effect of organic fertilization on the

basis of fresh and tanned bovine manure under various conditions of application in the cultivation of American lettuce (*Lactuca sativa* L.) and how this fertilization interferes with the amount of production and the quality of the specimens, the experiment was carried out at the Experimental Farm of the State University of Maringá (FEI). The experimental design was a randomized complete block design with three treatments and four replications. In the plots was treated the soil, incorporated and without incorporation; in the subplots the condition of manure, fresh or tanned, and in the sub-subplot, the control, without fertilization. The total weight and commercial weight were evaluated. The data were submitted to analysis of variance and compared by the Tukey test at 5%, using the SISVAR program. It was observed that unmanned manure was the best method used, and it can be applied to the tanned or fresh soil.

KEYWORDS: Organic fertilizer, American lettuce, bovine manure.

1 | INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de hortaliças com adubação orgânica pode ser observado através da plantação experimental da alface-americana (*Lactuca sativa* L.). Essa hortaliça foliosa possui a maior importância econômica, dentre as cultivadas no Brasil, com uma área plantada de aproximadamente 35.000 ha, sendo dessa forma, uma das mais presentes na dieta da população brasileira (COSTA; SALA, 2005).

Por se tratar de uma hortaliça tão conhecida, várias pessoas a plantam em sua própria casa, em pequenas proporções ou até mesmo em ambientes maiores, para comercialização, neste último caso por possuir alta perecibilidade e baixa resistência ao transporte, é cultivada próxima a locais, chamados cinturões verdes, onde há grande número de consumidores. Nestes locais nem sempre há predominância de solo ideal para o cultivo. Para maior produtividade, desta forma, é necessário o uso de insumos que melhorem as condições físicas, químicas e biológicas do solo, como o uso da adubação orgânica, que permite reduzir o uso de fertilizantes químicos e melhorar as qualidades físicas, químicas e biológicas do solo, (PEIXOTO FILHO et al 2013). De maneira direta, a adubação orgânica eleva os níveis de nutrientes e de energia disponíveis para os macro e micronutrientes e, indiretamente pelos efeitos nas propriedades químicas e físicas do solo. Assim, a adubação orgânica, favorece o crescimento das plantas, atuando como condicionador do solo.

O composto orgânico é o material obtido da compostagem, possui cor escura, é rico em húmus e contém de 50% a 70% de matéria orgânica. É classificado como adubo orgânico, pois é preparado a partir de esterco de animais e/ou restos de vegetais que, em estado natural, não têm valor agrícola. Recebe esse nome pela forma como é preparado, montando-se pilhas compostas de diferentes camadas de materiais orgânicos. A composição do composto orgânico, depende da natureza da matéria prima utilizada. Entende-se, desde já, que o benefício da matéria

orgânica no solo não é apenas o de fornecedor de nutrientes para as plantas, mas, principalmente, de modificador, para melhorar suas propriedades físicas e biológicas (LIMA et al., 2004).

A adubação orgânica, com esterco de animais e compostos orgânicos, tem sido amplamente utilizada na produção de alface, uma vez que influencia positivamente diversas características do solo, tais como: aumenta a população de microrganismos e a disponibilização de nutrientes para a cultura; melhora a capacidade de troca catiônica (CTC); complexa elementos tóxicos e micronutrientes, além de participar na formação de agregados do solo, diminuindo a densidade e aumentando a porosidade, a infiltração, a retenção de água e a aeração do solo (LUCHESE et al., 2002; SOUZA; RESENDE, 2006). O uso do esterco bovino na adubação apresenta benefícios que vão além do fornecimento de nutrientes, uma vez que ele pode influenciar de forma positiva a dinâmica da matéria orgânica (MO), podendo aumentar o teor de carbono orgânico do solo e diminuir a emissão de gases para a atmosfera (LOSS et al., 2011).

Este trabalho objetivou avaliar, em condições de campo, o efeito da adubação orgânica, à base de esterco bovino fresco e curtido, através de várias formas de aplicação em relação à alface-americana, e como adubação interfere na quantidade de produção e na qualidade dos exemplares.

2 | METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) da Universidade Estadual de Maringá (UEM) localizada no distrito de Iguatemi, município de Maringá, a uma altitude de 545 m e na latitude 23° 25' Sul e longitude 51°25' Oeste. O clima da região é classificado como subtropical úmido (Cfa) e verões quentes, geadas pouco frequentes e precipitação média anual entre 1.500 e 1.600 mm com temperaturas médias anual entre 20 e 21°C. A área em questão é destinada exclusivamente à experimentação em sistemas de produção orgânica, permanecendo isolada das áreas de cultivo convencional por um capão de mata nativa, permanecendo em pousio ao longo de um ano. O solo predominante é o Latossolo Vermelho distrófico (LVd) de textura franco-arenosa, com 75,0 % de areia, 5,0% de silte e 20,0 % de argila. (Laboratório Rural de Maringá). Foram coletados amostras de solo na profundidade de 0-20 cm e enviados para análise, os dados estão expressos na tabela 1.

Macronutrientes												
pH	M.O	P	S	K ⁺	Ca ₊₂	Mg ₊₂	Al ⁺³	H ⁺ + Al ⁺³	CTC	S _B	V	m
H ₂ O	g/d m ³	mg/dm ³	mg/d m ³	cmol _c /dm ³							%	%
5,9	13,7 4	92,65	6,2	0,28	3,4 7	0,8 5	0	3,42	8,02	4, 6	57, 36	0
Micronutrientes						Granulometria						
Cu	Zn	Fe	Mn	Na ⁺	B	Areia	Silte	Argila				
mg/dm ³						%						
4,4 3	25,5 6	157 ,1	51,07	8,47	0,2 7	75	5	20				

Tabela 1- Concentração de nutrientes do sistema solo e granulometria.

m=Saturação por alumínio na CTC efetiva; CTC= Capacidade de Troca de Cátions; C= Carbono Orgânico; M.O= Matéria Orgânica; SB= Soma de Bases.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, três tratamentos e quatro repetições. Nas parcelas foram dispostos o tratamento do solo, incorporado e sem incorporar; nas subparcelas a condição do esterco, fresco ou curtido e, na sub-subparcela, a testemunha, sem adubação. Cada unidade experimental compreendeu uma área de 2,4 m² (2 m x 1,2 m), no espaçamento de 0,3 m x 0,3 m totalizando 24 unidades experimentais.

Foram usadas mudas de uma alface americana (repolhuda crespa) cultivar “Lucy Brown”, produzidas em um viveiro de mudas de Maringá – PR. O preparo do solo foi feito com o uso de uma rotoencanteiradora mecanizada (enxada rotativa) e, em seguida, realizado o transplante no dia 25 de maio de 2018. As mudas foram transplantadas aos 35 dias após a semeadura, com cinco folhas definitivas e aproximadamente 10 cm de altura. As quantidades de adubo utilizadas foram determinadas a partir da análise do solo e adubação orgânica conforme recomendações de, dentro da exigência do nutriente nitrogênio (N), que é em torno de 150 a 180 Kg/ha. A quantidade inserida por parcela foi de 10,4 kg do adubo curtido e do adubo fresco, equivalente a 52 t/ha. A tabela 2 descreve as características do esterco.

Composto	N(g Kg ⁻¹)	% de matéria seca	% de umidade
Esterco bovino fresco	3,29	1,73	81,01
Esterco bovino curtido	4,89	1,27	61,91

Tabela 2 - Porcentagem de nitrogênio, matéria seca e umidade dos compostos orgânicos utilizados no experimento.

Para manter a umidade de cultivo foi utilizado a irrigação por aspersão, determinada através do método do Tanque Classe A, conforme descrito por Marouelli et al. (1996). A evapotranspiração potencial foi repostada diariamente com uma lâmina

de água equivalente a 70% da evapotranspiração. Não houve necessidade de aplicações fitossanitárias para pragas e doenças.

As plantas de alface foram colhidas a partir dos 67 dias após semeadura e 32 dias após o transplante. Foram colhidas oito plantas (área útil 0,76 m²) a partir do centro das unidades experimentais, deixando uma linha de fileiras, consideradas bordadura. As plantas colhidas foram acondicionadas em uma caixa plástica e avaliadas. Realizaram-se duas avaliações: a primeira foi o peso total, com plantas cortadas ao nível do solo, eliminando-se as raízes e pesando-as em balança eletrônica, considerando-se todas as folhas existentes, e a segunda foi o peso comercial, retirando-se as folhas senescentes, danificadas ou que apresentassem algum sintoma de doença.

Os dados obtidos nas características fitotécnicas avaliadas foram submetidos à análise de variância. Os resultados foram comparados pelo teste de Tukey a 5%, utilizando-se o programa SISVAR.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tabela 3 demonstra a significância dos dados, analisados pelo teste t a 5% de probabilidade. Para o método que envolve o esterco incorporado e não incorporado tem-se diferença significativa. Já, para tratamentos, houve interação altamente significativa. Para o coeficiente de variação foram obtidos valores altos. Segundo Gomes (1990), valores entre 20 e 30% são considerados altos, indicando baixa precisão experimental. Segundo Souza et al (2008) esse parâmetro pode ser explicado pelo fotoperíodo, influenciando na emissão do pendão floral e afetando diretamente as demais características.

FV	Valor de F	
	PESO TOTAL	PESO COMERCIAL
MÉTODO	7,07*	7,58*
TRATAMENTO	6,93**	7,42**
MET. X TRAT	0,05 ^{ns}	0,17 ^{ns}
CV (%)	20	19

Tabela 3 - Análise de variância

*Significativa a 5 % de probabilidade pelo teste F; FV=Fonte de Variação; Método=Esterco Incorporado e não incorporado; CV=Coeficiente de Variação; MET= Método; TRAT=Tratamento.

Na tabela 4 observa-se para o método incorporado, que o peso total e comercial não diferiu entre si e o método sem incorporar é equivalente. Mas ao relacionar os dois fatores, observamos maior peso total e comercial para o método sem incorporar. Primavesi (1979), explica a interação da adubação orgânica com a bioestrutura do solo e destaca a importância do esterco de curral para o solo, proporcionando aumento da CTC, agregando as substâncias de crescimento e a microfauna, propiciando um ambiente mais equilibrado para o crescimento das plantas. A autora citada enfatiza

a importância como efeito corretivo, aumentando o pH em solos ácidos e diminuindo em solos alcalinos, eliminando a toxidez por manganês e alumínio o transformando em humatos.

MÉTODO	PESO TOTAL (g)	PESO COMERCIAL (g)
INCORPORADO	317,4 b	268,3 b
S/INCORPORAR	395,8 a	332,5 a

Tabela 4 - Teste de médias comparando a influência de cada método no peso total e comercial da Alface (*Lactuca sativa* L.)

Média agrupadas de acordo com o teste de tukey. Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si a 5% de probabilidade.

A tabela 5 apresenta as diferenças de médias de cada tratamento, onde o esterco curtido e o fresco se destaca em relação à testemunha, mas não diferem entre si. Isso demonstra que a forma de utilização do esterco não interferiu no peso total e comercial das plantas. Podemos verificar, quando tratado, as plantas com esterco curtido, apresentaram um aumento de 70,1% no peso total em relação à testemunha e de 71,1% para o peso comercial. Quando comparamos o esterco fresco a um aumento de 71% e para o peso total de 71,3%. Isso se deve ao incremento de elementos nutrientes na solução do solo, aumentando a fertilidade e a atividade microbiota do solo. Nesse sentido Oliveira et al (2013) trabalharam a adubação orgânica à base de esterco bovino em pastagem, observaram aumento de fertilidade e maior efeito residual da matéria orgânica no solo, com incrementos de nutrientes como cálcio (Ca^{2+}), potássio (K^+), magnésio (Mg^{2+}) e fósforo (P), e Sedyama et al (2016) observaram aumento de produtividade da alface americana quando adubado com composto orgânico. O composto orgânico à base de esterco bovino pode manter-se mineralizado no sistema solo, conforme afirma Peixoto Filho et al (2013) trabalhando com cultivos sucessivos de alface, observando maior média produtiva até o terceiro ciclo e afirmando que a mineralização dos esterco corre em tempo hábil para fornecimento de nutrientes para as plantas.

TRATAMENTO	PESO TOTAL (g)	PESO COMERCIAL (g)
Esterco Curtido	397,9 a	332,3 a
Esterco Fresco	392,9 a	332,0 a
Sem Esterco	279,0 b	236,9 b

Tabela 5 - Análise do agrupamento de médias para os tratamentos, relacionado à eficiência de dois métodos de adubação orgânica.

Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si a 5% de probabilidade.

O peso total demonstra médias superiores às encontradas por Fiorineet al (2016) de 235,16 g/planta, por Celestrino et al (2017) de 235,39g/planta e inferiores

às médias de Bonela et al (2015) de 1401,2 g/planta. Esses resultados demonstram que ambos os métodos têm potencial competitivo no requisito produtividade.

4 | CONCLUSÃO

Ao final do experimento, ficou comprovado que o esterco sem incorporar foi o melhor método utilizado, podendo ser aplicado ao solo curtido ou fresco.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade Estadual de Maringá e ao Programa de pós Graduação em Agroecologia.

REFERÊNCIAS

- BONELA, D.G; SOUZA, O.H; GUIMARÕES, R.R; GOMES, C.J.E. Resposta de cultivares de alface a diferentes fontes de matéria orgânica. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**. v.5, n.2, p.89-95, 2015.
- CELESTRINO, B.R; ALMEIDA, A.J; SILVA, T.P.J; LUPPI, S.A.V; VIEIRA, C.S. Novos olhares para produção sustentável na agricultura familiar/Avaliação da alface americana com diferentes tipos de adubações orgânicas. **Revista eletrônica competências digitais para agricultura familiar**. Tupã, v.3, n.1, p.66-87, 2017.
- COSTA CP; SALA FC. 2005. A evolução da alfacultura brasileira. **Horticultura Brasileira** 23 (Artigo de capa).
- FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciênc. agrotec.* [online]. 2014, vol.38, n.2 [citado 2015-10-17], pp. 109-112. Disponível em: ISSN 1413-7054. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.
- FIORINI, A.V. C; FERNANDES, A.C.M; DUARTE, O.V.E.F; DIAS, A; SALMI, P.A. Cultivares de alface sob manejo orgânico no inverno e na primavera na Baixada Fluminense. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.11, n.4, p.335-342, 2016.
- GOMES FP. 1990. **Curso de estatística experimental**. 13 ed. Piracicaba: Nobel. 468p.
- LIMA, H. J. M.; OLIVEIRA, F. N. S.; CAJAZEIRA, J. P. Documentos 89 – Uso da Compostagem em Sistemas Agrícolas Orgânicos. Fortaleza, CE. Embrapa, Dezembro/2004. p. 09-16.
- MARQUELLI, W.A; SILVA, W.L.C; SILVA, H.R. **Manejo da irrigação de hortaliças**. 5, ed. Brasília, EMBRAPA, 1996, 72p.
- OLIVEIRA, S.T; PEREIRA, C.J; QUEIROZ, C.A; CECON, R.P. Qualidade química do solo e características produtivas do capim elefante submetidos a adubação química e orgânica. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**. v.3, n.1, p.99-104, 2013.
- PEIXOTO FILHO, U.J; FREIRE, S.G.B.M; FREIRE, J.F; MIRANDA, A.F.M; PESSOA, M.G.L; KIMIMURA, M.K. Produtividade do alface com dose de esterco de frango, bovino e ovino em cultivo sucessivos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.17, n.4, p.419-424, 2013.

PRIMAVESI, A.M. **Manejo Ecológico do Solo**. São Paulo: Nobel, 2002. p.124-134.

SEDIYAMA, N.A.M; MAGALHÕES, B.P.I; VIDIGAL, M.S; PINTO, O.L.C; CARDOSO, P.C.S.D; FONSECA, M.C.M; CARVALHO, L.P.I. Uso de fertilizantes orgânicos no cultivo de alface americana (*Lactuca sativa* L.) kaiser. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*. v.6, n.2, p.66-74, 2016.

SOUZA, M.C.M; RESENDE, L.V; MENEZES, D; LOGES, V.; SOUTO, T; SANTOS, V.F. Variabilidade genética para características agronômicas em progênies de alface tolerantes ao calor. *Horticultura Brasileira*, v.26, n.3, p.354-358, 2008.

COMPATIBILIDADE DA INOCULAÇÃO DE *Rhizobium tropici* EM FEIJOEIRO COMUM EM DIFERENTES TIPOS DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA

Data de aceite: 22/01/2020

Jonas A. Dário

Discente do Curso de Graduação em Agronomia,
Centro Universitário Filadélfia

Higo Forlan Amaral

Dr. docente do curso de Agronomia, Centro
Universitário Filadélfia (UniFiL), Londrina -
PR. Docente no Programa de Pós-graduação
Profissional em Agroecologia da Universidade
Estadual de Maringá (PROFAGROECO/UEM).
E-mail: higoamaral@gmail.com

RESUMO: A cultura do feijoeiro é uma das mais representativas no país com expressiva área cultivada e produtividade, principalmente quando aplicado níveis tecnológicos. É também importante para o consumo da população para sua base proteica diária. A associação simbiótica desta planta com as bactérias do grupo *Rhizobium* é capaz de substituir relevante parte da adubação nitrogenada, conseqüente redução do custo de produção. Na agroecologia utiliza-se diferentes tipos de adubação orgânica e não há recomendação agrônômica bem detalhada quanto a inoculação com rizóbios. O objetivo do estudo foi avaliar a compatibilidade da inoculação de *R. tropici* em feijoeiro comum em diferentes tipos de adubação orgânica. O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com

cinco tratamentos, sendo: 'Branco (sem *R. tropici*), *R. tropici*, Fertilizante Organomineral, Cama de Frango e Bokashi'; com exceção do primeiro, os demais todos foram inoculados. Avaliaram-se componentes de nodulação e produção. A nodulação foi favorecida pela inoculação com rizóbio, bem como pelas estirpes nativas do solo. Os componentes Massa fresca e seca de parte aérea tiveram maiores valores com a utilização de Cama de Frango e Bokashi. A produtividade foi maior com o uso de Bokashi, porém, tal resultado não se relaciona o rizóbio, pois não houve formação de nódulos. As variáveis de raiz não apresentaram diferença entre os tratamentos, pois a nodulação foi inferior. O Bokashi não apresentou compatibilidade ao *R. tropici*, aos demais tratamentos.

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris*. Adubação orgânica. Bioativação do solo. Bokashi. Agroecologia. Cama de Frango.

COMPATIBILITY OF INOCULATION OF *Rhizobium tropici* IN COMMON BEANS IN DIFFERENT OF ORGANIC FERTILIZATION

ABSTRACT: The common bean crop is one of the most representative in Brazil with significant cultivated area and productivity, especially when applied technological levels and is important for protein base of the daily diet of the population.

The symbiotic association between bean and rhizobia bacteria is relevant replace of nitrogen fertilization, consequently reducing production costs. In agroecology different types of organic fertilization are used and there is no detailed agronomic recommendation regarding inoculation with rhizobia. The objective of the study was to evaluate the compatibility of *R. tropici* inoculation in common bean in different types of organic fertilization. The trial in a completely randomized design had five treatments, being: White (without *R. tropici*); *R. tropici*; Organomineral Fertilizer; Poultry Litter and Bokashi, except for the first, the others all were inoculated. Nodulation and production components were evaluated. Nodulation was favored by inoculation with rhizobia, as well as native soil strains. Fresh and dry mass of aerial part had higher values in Poultry Litter and Bokashi with rhizobium. The productivity was higher with the use of Bokashi, however, this result is not related to the rhizobium, because there was no formation of nodules. Root variables showed no difference between treatments. Bokashi was not compatible with *R. tropici*, because the nodulation was inferior to the other treatments.

KEYWORDS: *Phaseolus vulgaris*. Organic fertilization. Soil bioactivation. Bokashi. Agroecology. Poultry Litter.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil é um dos líderes mundiais na produção de grãos, sendo o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) uma das culturas responsáveis por esses valores favoráveis. O país é terceiro maior produtor desta cultura no ranking internacional com aproximadamente 3,2 milhões de toneladas nas três safras que podem ser cultivadas ao longo do território nacional e com uma área cultivada de 3,1 milhões de hectares (CONAB, 2018). Os maiores produtores estão localizados nas regiões Norte/Nordeste e Centro-Sul do Brasil, possuindo uma produção média de 800 mil e 2,3 milhões de toneladas, respectivamente. Neste cenário, o Paraná (PR) destaca-se como maior estado produtor, com cerca de 600 mil toneladas deste grão (CONAB, 2018).

A cultura do feijão é uma das mais representativas atividades agrícolas do Brasil, não só pela área de cultivo e importância econômica como também pelo fato do feijão ser um dos principais constituintes da alimentação do país. É fonte de proteína vegetal, ferro, cálcio, magnésio, zinco e outras vitaminas (MESQUITA et al., 2007).

Por ser uma leguminosa proteica a planta é altamente exigente em nitrogênio (N). Dentre as cultivares plantadas no PR, os materiais genéticos do feijoeiro podem variar em relação à eficiência e resposta quanto ao N, e conseqüentemente, a inoculação com bactérias diazotróficas (YAGI et al., 2015; SALGADO et al., 2012). Além disso, este nutriente participa de importantes processos como fotossíntese, respiração, sínteses, processos de absorção iônica, multiplicação e diferenciação

celular, estimula o crescimento radicular, além da formação e desenvolvimento de gemas floríferas e frutíferas (GRASSI FILHO, 2010; BARBOSA, GONZAGA, 2012; TAIZ, ZEIGER, 2013).

A associação do feijão com espécies de bactérias do grupo dos rizóbios, principalmente *Rhizobium tropici*, é uma forma capaz de substituir a adubação nitrogenada, total ou parcialmente, com conseqüente redução do custo de produção e proporcionar altos rendimentos na cultura (STRALIOTTO, 2002; PELEGRIN et al. 2009). Essa espécie se caracteriza pela resistência a altas temperaturas, acidez do solo e ainda é altamente competitiva, sendo responsável por formar a maioria dos nódulos da planta, predominando sobre a população de rizóbio presente no solo, em condições favoráveis de cultivo (STRALIOTTO, 2002; PELEGRIN et al. 2009).

Existe uma relativa variação entre o material genético vegetal, o *R. tropici* e as condições edáficas do solo que resultam em variações da eficiência simbiótica (FERREIRA, ANDRADE, ARAÚJO, 2004; PELEGRIN et al., 2009; BARBOSA, GONZAGA, 2012).

Somado aos tipos de cultivo do feijoeiro, abrem-se importantes lacunas de investigação. Existem estirpes de *R. tropici* com alto desempenho em Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), selecionadas para as condições edafoclimáticas brasileiras, aprovadas pelo MAPA e disponíveis para a agricultura (HUNGRIA, MENDES, MERCANTE, 2013).

Devido à compatibilidade e perspectiva do uso de microrganismos para a produção agrícola, esse tema vem de encontro ao que está sendo discutido mundialmente sobre necessidades e tendências para agricultura nas próximas décadas. Segundo a FAO-ONU (2017) são necessários o desenvolvimento e a implementação rápida de tecnologias agrícolas, que evitem, ou diminuam a competição por recursos naturais e mudanças do clima. Este mesmo documento aponta que há um déficit de 50% na produção agrícola para suprir às áreas de países em desenvolvimento (FAO-ONU, 2017).

Diante da importância da cultura do feijão para o setor agrícola brasileiro e sua alta exigência nutricional relacionado ao N, a utilização de insumos biológicos em substituição aos químicos têm se mostrado cada vez mais importante na agricultura. Assim, a FBN tem se tornado indispensável pelo olhar sustentável, haja vista o fornecimento deste nutriente aliado ao baixo custo econômico e impacto ambiental reduzido (HUNGRIA, CAMPO, MENDES, 2007).

A associação simbiótica entre rizóbio e leguminosas é tão importante para a fertilidade e nutrição da planta que de acordo com Gualter et al. (2008), representa a alternativa mais racional para o fornecimento de N às plantas, por se tratar de um processo natural em equilíbrio não causa nenhum dos problemas decorrentes do uso de adubos nitrogenados. No entanto, não apenas alto número e massa de

nódulo são suficientes, além desses parâmetros há necessidade de a fisiologia nodular estar eficiente para refletir boa produtividade da planta.

Diante disso, a FBN no feijoeiro pode se encaixar em tecnologias que supram os novos desafios da agricultura global. Principalmente, em sustentabilidade agrícola e conservação dos recursos naturais, diminuição do impacto da agricultura (via fertilizantes nitrogenados) nas mudanças climáticas, intensificação do uso de processos naturais dentre outros desafios (FAO-ONU, 2017).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a compatibilidade da inoculação de *Rhizobium tropici* em feijoeiro comum em diferentes tipos de adubação orgânica.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em casa de vegetação no Centro Universitário Filadélfia (UniFil), Campus Palhano, na cidade de Londrina – PR, localizada a 23°21' S, 51°11' O e 540 m altitude. O solo utilizado foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico e suas características químicas foram representadas na Tabela 1.

Ca	Mg	K	Al	H+Al	SB	CTC	P	V
----- Cmolc. dm ⁻³ -----								%
mg dm ⁻³ -----								
9,65	1,85	0,84	0	3,97	12,34	13,86	17,6	75,65

Tabela 1 - Resultados da análise química do solo utilizado para o experimento (0 a 20 cm).

P e K: extrator Mehlich¹; CTC: capacidade de troca catiônica; V: saturação por bases. Laboratório de análise química de solo do Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo que, com exceção do tratamento 'testemunha branco', todos os demais receberam a fonte de *R. tropici* inoculado nas sementes de feijão, variedade 'IPR Curió'. Então, consideraram-se:

T1: testemunha branco (TB), sem *Rhizobium* e sem adubo orgânico.

T2: testemunha Padrão (TP), apenas com *R. tropici* e sem adubo orgânico.

T3: Organomineral (OM) e *R. tropici*.

T4: Cama de Frango (CF) e *R. tropici*.

T5: Bokashi (BK) e *R. tropici*.

A dose do inoculante utilizada foi de 80 gramas para cada 50 kg de sementes, calculando o proporcional para três sementes por repetição (vaso) com capacidade para 5 dm³ de solo.

Para o tratamento com organomineral, foi utilizado produto da marca comercial Organfértil, com os nutrientes em sua formulação expressos na Tabela

2. Este composto foi incorporado na quantidade proporcional de 6 gramas por vaso (capacidade para 5 dm³ de solo).

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Fe	M.O.	Mn	Cu	Zn	B		
-----Total-----							-----Ác. Cítrico-----					-----%	-----ppm-----
02	16	10	16,5	0,64	2,00	0,10	25,5	110	99	225	99		

Tabela 2 - Composição química do adubo organomineral.

No tratamento com ‘cama de frango’ foi utilizado um composto fermentado a base de casca de arroz, sabugo de milho triturado, serragem de madeira, dejetos das aves, além de penas e sobra de ração. Este composto foi incorporado na quantidade proporcional de 30 gramas por vaso.

No tratamento com Bokashi foi utilizado composto orgânico de farelo de arroz e soja, farinha de carne e osso e melação de cana, enriquecido por microrganismos como *Lactobacillus lactis*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Rhodopseudomonas* spp. e actinomicetos via produto Embiotic® nas devidas composições (Tabela 3). Foi aplicada quantidade proporcional de 16 gramas por vaso.

Composição Sólida (%)			Composição Líquida (%)		
Farelo de Arroz	Farelo de Soja	Farinha de carne e ossos	Água	Embiotic	Melaço de cana
60	35	5	40	30	30

Tabela 3 - Composição sólida e líquida do Bokashi.

O solo foi peneirado e acondicionado em vasos com capacidade para 5 dm³ e os adubos orgânicos foram acondicionados e misturados ao solo. Após 10 dias desta mistura, foi realizada a semeadura com a inoculação. Para tal, o produto foi adicionado direto nas sementes com solução açucarada na concentração de 10% (100 gramas de açúcar para 1 litro de água).

Foram utilizadas três sementes por vaso. O desbaste foi realizado após a emergência das plântulas, mantendo-se apenas uma planta por vaso. A irrigação foi efetuada diariamente de forma a manter a umidade do solo próxima a capacidade de campo.

A primeira avaliação ocorreu 30 dias após a semeadura (DAS), sendo avaliadas três repetições (vasos): número de nódulos (NN), massa fresca (MFN) e seca de nódulos (MSN), massa fresca (MFR) e seca (MSR) de raízes, além de massa fresca (MFA) e seca (MSA) da parte aérea. Os materiais foram aferidos em balança analítica, acondicionados em saco de papel e levados a estufa com circulação de ar até peso

constante a ~70 °C, durante 48 horas.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias agrupadas pelo método de Duncan, com o auxílio do software SASM-Agri considerando 5% de probabilidade de erro.

A segunda avaliação foi realizada aos 71 (DAS), foram avaliadas duas repetições. Foram avaliados: número de vagens (NV), número total de grãos (NTG). Para estes dados foi utilizado técnica de “Bootstrap” e intervalo de confiança para média pelo software BioEstat 5.3. A técnica empregada para este procedimento consiste em retirar de uma pequena amostra numerosas outras com reposição, sendo empregado para dados quantitativos (AYRES et al., 2007).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4 foram expressos os valores médios de NN, MFN e MSN do feijoeiro.

Em relação ao NN, os tratamentos TB e TP apresentaram maiores médias, já para MFN não houve diferença entre os tratamentos e para MSN o tratamento TB foi maior que os demais.

Tratamento	NN	MFN (g)	MSN (g)
Branco (TB)	37,33 a	0.17 a	0.135 a
<i>R. tropici</i> (TP)	49,33 a	0.11 a	0.039 b
Organomineral (OM)	23,67 b	0.10 a	0.011 b
Cama de frango (CF)	20,33 b	0.05 a	0.009 b
Bokashi (BK)	1,33 c	0.009 a	0.0006 b
CV (%)	17,46	8,66	2,66

Tabela 4 - Número (NN), massa fresca (MFN) e massa seca (MSN) de nódulos do feijoeiro (IPR Curió) avaliados aos 30 DAS.

*Médias de três repetições, seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$).

Fonte: próprio autor, 2018.

A formação de um nódulo é resultante de um processo complexo, envolvendo processos em cadeia. Inicialmente há liberação dos exsudatos na radícula, tais moléculas atraem quimioestaticamente as células bacterianas. As bactérias respondem à sinalização havendo conseqüente atração entre bactérias-raiz, a partir daí ocorre o desencadeamento da expressão de diversos genes responsáveis pela formação do cordão de infecção e do nódulo (HUNGRIA, CAMPO, MENDES, 2007).

Assim como Yami e Shakya (2005) observaram em diferentes condições de adubação orgânica em feijoeiro, o tratamento apenas com *Rhizobium* apresentou maior nodulação em relação aos demais. Estes autores também apontaram

resultados semelhantes de NN aos tipos de adubos orgânicos.

Apesar de estes tratamentos terem apresentados maiores médias em NN, o que é um indicativo de boa eficiência simbiótica (CARDOSO et al., 2009), esta variável não deve ser analisada isoladamente, pois muitas vezes, há formação de muitos nódulos de tamanho reduzido, o que resulta em menor eficiência da FBN.

Tratando-se de massa seca de nódulos (MSN) o TB apresentou maior média em relação aos demais. Lacerda et al., (2004) estudando o efeito de estirpes de rizóbios sobre a nodulação do feijão caupi relatam que o solo que não tem o incremento de adubos químicos sintéticos, possui significativa população nativa de rizóbio, capaz de nodular o feijão. Barros et al., (2013) avaliando a interação da inoculação com rizóbio e adubação nitrogenada observaram que a testemunha (sem inoculação) apresentou nodulação (NN e MSN) semelhante ao tratamento inoculado, o que remete à presença de estirpes nativas no solo nodulando o feijoeiro.

Oliveira e Andrade (2014) em estudo sobre a adubação orgânica com húmus de minhoca e esterco bovino em duas cultivares de feijão concluíram que, apesar de muitos fatores interferirem na formação de massa nodular, tais fontes orgânicas, não interferem significativamente na massa de nódulos.

Na Tabela 5 estão representadas as médias das variáveis das plantas de feijoeiro na primeira avaliação. As variáveis de massa fresca de raiz (MFR) e massa seca de raiz (MSR) não apresentaram diferença estatística em nenhum dos tratamentos.

Nas variáveis massa fresca de parte aérea (MFPA) e massa seca de parte aérea (MSPA) os tratamentos com maiores médias foram a cama de frango e o Bokashi, sem diferença entre os demais tratamentos.

Tratamento	MFR	MSR	MFPA	MSPA
Branco (TB)	3,69 a	0,34 a	11,00 b	1,29 b
<i>R. tropici</i> (TP)	3,76 a	0,34 a	10,87 b	1,29 b
Organomineral (OM)	3,91 a	0,27 a	12,16 b	1,03 b
Cama de frango (CF)	6,01 a	0,54 a	21,60 a	2,32 a
Bokashi (BK)	6,18 a	0,66 a	25,35 a	2,82 a
CV (%)	15,12	5,76	11,12	8,20

Tabela 5 - Massa fresca de raiz (MFR), massa seca de raiz (MSR), massa fresca de parte aérea (MFPA) e massa seca de parte aérea do feijoeiro (IPR Curió) avaliados aos 30 DAS.

*Médias de três repetições, seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$).

Fonte: próprio autor, 2018.

O fato de os tratamentos com adubação orgânica ter apresentado maiores valores de MFPA e MSPA pode ser explicado pela maior disponibilidade e eficiência destes na liberação dos nutrientes às plantas. Além disso, tais materiais contribuem no aporte de matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, capacidade de troca catiônica,

aumento de produção de ácidos orgânicos fundamentais para solubilização de minerais, além de melhorias físicas do solo. Arelado a isso, a produção é economicamente viável o que torna essa prática ainda mais sustentável, uma vez que diminui a dependência por adubos comerciais (ALMEIDA et al., 2008).

Silva et al., (2016) avaliando a adubação orgânica no desenvolvimento do feijão-vagem constatou maiores médias de MFPA com esterco animal, bem como Araújo et al., (2011) também confirmaram que a adubação orgânica via esterco promoveu incrementos na produção de biomassa e na absorção de nutrientes na cultura do feijoeiro, o que condiz com os resultados encontrados no presente trabalho.

De acordo com Silva et al., (2016) o maior acúmulo da massa aérea vegetal ocorreu provavelmente devido ao fornecimento adequado de nutrientes à cultura via adubação orgânica, logo, a cultura do feijoeiro encontrou condições favoráveis para uma maior produção e acúmulo da MSPA.

O Bokashi é uma mistura componentes orgânicos de origem vegetal e/ou animal, submetidas a processo de fermentação controlada. Sua ação mais importante é introduzir microrganismos benéficos no solo, na forma de quelatos orgânicos, que desencadeiam um processo de fermentação na biomassa disponível, proporcionando rapidamente condições favoráveis à multiplicação e atuação da microbiota benéfica existente no solo, que fazem parte do processo complexo da nutrição vegetal equilibrada e da construção da sanidade das plantas e do próprio solo (SIQUEIRA, SIQUEIRA, 2013). Devido aos benefícios deste adubo fermentado às plantas explicam-se as maiores médias de MFPA e MSPA em feijoeiro neste tratamento.

Na Figura 1 estão apresentadas as médias de produtividade de plantas de feijoeiro obtidas durante a segunda avaliação.

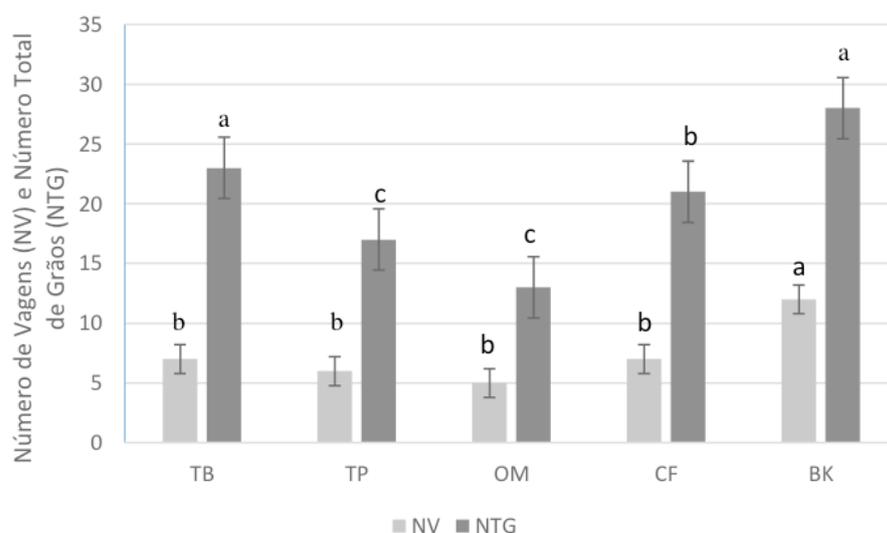


Figura 1 - Número de vagens (NV) e Número total de grãos (NTG) do feijoeiro (IPR Curió), avaliados 71 DAS, sendo, TB testemunha branco, TP testemunha padrão, OM adubo organomineral, CF cama de frango e BK bokashi.

*Médias de duas repetições. Mesma letra na barra em cada variável não difere significativamente pela técnica de Bootstrap.

Fonte: próprio autor, 2018.

Na figura 2 foi apresentado a ACP com as variáveis de nodulação e produtividade de feijoeiro. Houve separação evidente dos tratamentos, sendo respectivamente agrupados ao longo dos quadrantes (sentido horário): TB – TP – OM e CF – BK. Todas as variáveis se projetaram no eixo Y em sentido positivo, em maior dimensão, NTG e NV.

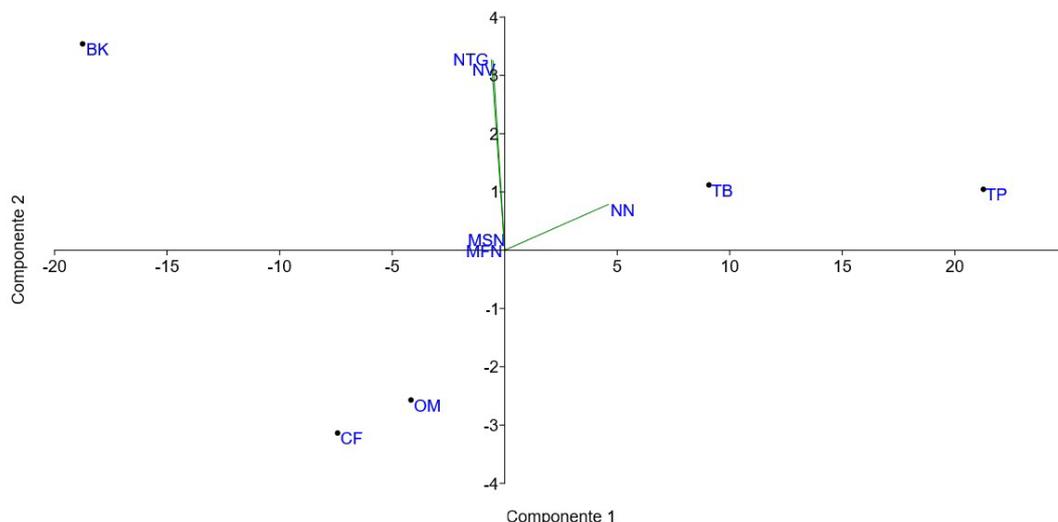


Figura 2 - Análise de componentes principais de Número de nódulos (NN), massa fresca (MFN) e massa seca (MSN) de nódulos, número de vagens (NV) e número total de grãos (NTG) do feijoeiro (IPR Curió), sendo, TB testemunha branco, TP testemunha padrão, OM adubo organomineral, CF cama de frango e BK bokashi, com exceção do tratamento 'branco', todos os demais receberam inoculação de *R. tropici* via semente.

Fonte: próprio autor (2018).

Silva et al., (2013) em estudo sobre a atividade microbiana do solo e produtividade do feijoeiro com aplicação de biofertilizante concluíram que o uso de tal adubo exerceu efeito positivo e significativo na produtividade de grãos. No entanto, neste trabalho, houve evidência de baixa compatibilidade da inoculação com *R. tropici* e BK, onde foram agrupados opostamente. Deste modo, o aumento médio de parâmetros relacionados a produtividade não está associado à inoculação com *R. tropici*. Supõe-se e é necessário estudar um pouco mais o uso de adubos orgânicos enriquecidos com microrganismos, como o bokashi, no estabelecimento de recomendações mais precisas relacionadas à inoculação em conjunto com tais adubos.

Segundo Brandani e Santos (2016) alguns fatores relacionados à composição química dos compostos orgânicos adicionados ao solo favorecem o processo de decomposição, como o baixo teor de lignina ou de compostos fenólicos, alto teor de materiais solúveis e de nitrogênio e partículas de tamanho reduzido, baixa relação C/N. Apesar do entendimento geral sobre o benefício de matéria orgânica no solo e efeitos positivos da microbiota, há de considerar, que funções dos microrganismos

no solo, a compreensão de suas relações ecológicas e de seus mecanismos de sobrevivência neste ambiente é fundamental para sustentabilidade agrícola (COTTA, 2016).

Por ter quantidade balanceada de macro e micronutrientes, o Bokashi favorece a boa nutrição das plantas. Por esse motivo, tem sido usado tanto por produtores convencionais, agricultores orgânicos como por aqueles que querem fazer a transição agroecológica promovendo o aumento da produção e a melhoria da qualidade dos produtos (SIQUEIRA, SIQUEIRA, 2013). No entanto, abre-se novas possibilidades de estudo e melhorias nas recomendações agrônômicas devido a não consistente compatibilidade com *R. tropici*. Para feijoeiro a inoculação é uma das principais tecnologias para suprimento de N-adubo.

4 | CONCLUSÃO

A nodulação foi favorecida pela inoculação com rizóbio, bem como pelas estirpes nativas do solo.

Massa fresca e seca de parte aérea tiveram maiores valores em Cama de Frango e Bokashi com o rizóbio.

A produtividade foi maior com o uso de Bokashi, porém, tal resultado não apresentou compatibilidade ao *R. tropici*, pois a nodulação foi inferior aos demais tratamentos. As variáveis de raiz não apresentaram diferença entre os tratamentos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, V P. de; ALVES, M. C.; SILVA, E. C.; OLIVEIRA, S. A. de. Rotação de culturas e propriedades físicas e químicas em Latossolo Vermelho de cerrado sob preparo convencional e semeadura direta em adoção. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p. 1227-1237, 2008.
- ARAÚJO, E. R.; SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C.; FRAGA, V. S.; SAMPAIO, E. V. S. B. Biomassa e nutrição mineral de forrageiras cultivadas em solos do semiárido adubados com esterco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.9, p.890-895, 2011.
- AYRES, Manuel et al. **BioEstat: Aplicações estatísticas**. 4. ed. Manaus: Universidade Federal do Pará, 2007. 364 p.
- BARBOSA, F. R.; GONZAGA, A. C. O. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira: 2012-2014**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2012. 247 p. (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/926285/1/seriedocumentos272.pdf>>. Acesso em 27 abr. 2018.
- BARROS, R. L. N.; OLIVEIRA, L. B. de.; MAGALHÃES, W. B. de.; MÉDICI, L. O.; PIMENTEL, C. Interação entre inoculação com rizóbio e adubação nitrogenada de plantio na produtividade do feijoeiro nas épocas da seca e das águas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 1443-1450, jul./ago. 2013.
- BRANDANI, C. B.; SANTOS, D. G. dos. Transformações do carbono no solo. In: CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. **MICROBIOLOGIA DO SOLO**. 2. ed. Piracicaba: ESALQ, 2016. Cap. 2. p. 81-

CARDOSO, J. D.; et al. Relationship between total nodulation and nodulation at the root crown of peanut, soybean and common bean plants. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 41, n. 8, p. 1760-1763, 2009.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira - Grãos**. v. 6. Safra 2018/19, n. 2 - Segundo Levantamento, Brasília, p. 1-149, nov. 2018.

COTTA, S. R. O solo como ambiente para a vida microbiana. In: CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. **MICROBIOLOGIA DO SOLO**. 2. ed. Piracicaba: ESALQ, 2016. Cap. 2. p. 23-35.

FOOD AND AGRICULTURE OF ORGANIZATION UNITED NATIONS (FAO-ONU). **The future of food and agriculture: Trends and challenges**. Roma: ONU, 2017. 166 p. Disponível em: <http://www.fao.org/publications>.

FERREIRA, A. C. B.; ANDRADE, M. J. B.; ARAÚJO, G. A. A. Nutrição e adubação do feijoeiro. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 25, n. 223, p. 61-72, 2004.

GRASSI FILHO, H. Funções do nitrogênio e enxofre nas plantas. In: VALE, D. W.; SOUSA, J. I.; PRADO, R. M. **Manejo da fertilidade do solo e nutrição de plantas**. Jaboticabal: FCAV, 2010. p. 187-197.

GUALTER, R. M. R.; LEITE, L. F. C.; ALCANTARA, R. M. C. M.; COSTA, D. B. Inoculação e adubação mineral em feijão-caupi: efeitos na nodulação, crescimento e produtividade. **Scientia agrária**, v.9, n.4, p. 469-474, 2008.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja**: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 80 p. (Documentos, 283).

HUNGRIA, M.; MENDES, I. C.; MERCANTE, F. M. **Tecnologia de fixação biológica de nitrogênio com feijoeiro**: viabilidade em pequenas propriedades familiares e em propriedades tecnificadas. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 32 p.

LACERDA, A. M.; MOREIRA, F. M. S.; ANDRADE, M. J. B.; SOARES, A. L. L. Efeito de estirpes de rizóbios sobre a nodulação e produtividade do feijão-caupi. **Revista Ceres**, v. 51, n. 293, 2004.

MARENCO, R. A. M.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal**: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2007.

MESQUITA, F. R.; CORRÊA, A. D.; ABREU, C. M. P. de; LIMA, R. A. Z.; ABREU, A. de F. B. Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): composição química e digestibilidade proteica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1114-1121, jul./ago. 2007.

OLIVEIRA, V. C.; ANDRADE, O. L. Efeito da adubação orgânica na formação de nódulos radiculares em cultivares de feijão macassar. **Revista Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 10, n. 2, p. 50-54, abr. - jun., 2014.

PELEGRIN, R. de; MERCANTE, F. M.; OTSUBO, I. M. N.; OTSUBO, A. A. Resposta da cultura do feijoeiro à adubação nitrogenada e à inoculação de rizóbio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 33, n. 3, p. 219-226, maio/jun. 2009.

SALGADO, F. H. M.; SILVA, J.; OLIVEIRA, T. C. de.; BARROS, H. B.; PASSOS, N. G. dos.; FIDELIS, R. R. Eficiência de genótipos de feijoeiro em resposta à adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 4, p. 368-374, out./dez. 2012.

SILVA, R. F. da.; ROCHA, D. P.; SANTOS, L. C. dos.; BRITO, M. F. de.; GOMES, S. S.; MERCANTE, F. M. Atividade microbiana do solo e produtividade do feijoeiro em função de diferentes concentrações de biofertilizante. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 34. 2013. Florianópolis – SC. **Anais...** 2013.

SILVA, I. C. M.; SILVA, J. G. da.; SANTOS, B. G. F. L.; DANTAS, M. V.; LIMA, T. S. Influência da adubação orgânica no desenvolvimento do feijão-vagem em diferentes níveis de água de irrigação. **Revista Verde**, v.11, n.5, p.01-07, 2016.

SIQUEIRA, A. P. P. de.; SIQUEIRA, M. F. B. de. Bokashi: Adubo Orgânico Fermentado. **Manual Técnico**, 40. - Niterói: Programa Rio Rural, 2013. p. 1-16.

STRALIOTTO, R. **A importância da inoculação com rizóbio na cultura do feijoeiro**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2002. Disponível em: <http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/artigos/fbnl_inocula_feijoeiro.html>. Acesso em 20 abr. 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

YAGI, R.; ANDRADE, D. S.; WAURECK, A.; GOMES, J. C. Nodulações e produtividades de grãos de feijoeiros diante da adubação nitrogenada ou da inoculação com *Rhizobium freirei*. Divisão 3 - Uso e manejo do solo Comissão 3.1 - Fertilidade do solo e nutrição de plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 39:1661-1670, 2015.

YAMI, K. D.; SHAKYA, S. 2005. Effect of *Rhizobium leguminosarum* biovar phaseoli inoculation alone and in combination with organic fertilizers on bean (*Phaseolus vulgaris* L), Nepal. **Journal of Science and Technology**. 6: 57-62.

APÊNDICES

(A)



Figura 1 – Disposição dos vasos em casa de vegetação após o desbaste das plantas. Feijoeiro (IPR Curió) inoculação de *R. tropici* via semente e diferentes adubos orgânicos.



Foto: Jonas A. Dário (2018).

Figura 2 – Estádio de desenvolvimento das plantas de feijoeiro na primeira avaliação (30 DAS). Feijoeiro (IPR Curió) inoculação de *R. tropici* via semente e diferentes adubos orgânicos. Da esquerda para direita os tratamentos são:



Foto: Jonas A. Dário (2018).

Figura 3 – Estádio de desenvolvimento das plantas de feijoeiro na segunda avaliação (71 DAS). Feijoeiro (IPR Curió) inoculação de *R. tropici* via semente e diferentes adubos orgânicos. Da esquerda para direita os tratamentos são:



Foto: Jonas A. Dário (2018).

Figura 4 – Segunda avaliação das plantas de feijoeiro IPR curió aos 71 (DAS). Tratamentos da esquerda para a direita: TP, TB, OM, CM e BK, sendo, TB testemunha branco, TP testemunha padrão, OM adubo organomineral, CF cama de frango e BK bokashi, com exceção do tratamento 'branco', todos os demais receberam inoculação de *R. tropici* via semente.

EFEITOS DA ÁGUA TRATADA POR MAGNETISMO E INFRAVERMELHO LONGO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE SORGO

Data de aceite: 22/01/2020

Leonel A. Estrada Flores

MSc., Programa de Pós-graduação em Agroecologia da Universidade Estadual de Maringá, UEM, e-mail: stradaleonel@hotmail.com

Carlos Moacir Bonato

Prof Dr, Programade Pós-Graduação em Agroecologia-Mestrado Profissional (PROFAGROEC)-Universidade Estadual de Maringá (UEM) e-mail: cmbonato@uem.br

Mauricio Antonio Custódio de Melo

Prof Dr, Depto de Física, UEM

Larissa Zubek

Eng.Agrônomo, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PGA-UEM)

Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada

Prof^a. Dra, PROFAGROEC e PGA da Universidade Estadual de Maringá, UEM, Pq2 CNPq e-mail: krfsestrada@uem.br

RESUMO: Na agricultura o consumo de água potável representa aproximadamente 70% de todo o consumo mundial. Este recurso é essencial para o desenvolvimento das plantas, desempenhando papel primordial na fisiologia, na nutrição das plantas, no crescimento e desenvolvimento vegetativo, portanto, tem-se buscado aprimorar o de água na produção de alimentos. O uso da água magnetizada na saúde humana e na agricultura tem despertado

a atenção de pesquisadores e estudos tem demonstrado que o magnetismo pode alterar as propriedades da água; que afeta a cristalização do carbonato de cálcio aumentando a quantidade total de precipitados melhorando, conseqüentemente, a qualidade da água. Para melhor entender o efeito do magnetismo na agricultura, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do tratamento da água com magnetismo e infravermelho longo (bastão quântico) na germinação de sementes, índice de germinação, tempo médio e velocidade de germinação em sementes de sorgo. Para isto, a água de torneira, água mineral e água de osmose reversa foram submetidas ao tratamento com magnetismo e infravermelho longo, por 24h e aplicadas nos testes *in vitro* de germinação das sementes. O campo magnético do bastão quântico também foi avaliado. Os resultados mostraram que houve maior germinação e redução do tempo médio de germinação das sementes de sorgo na presença das águas submetidas ao tratamento com magnetismo, principalmente para a água comum, de torneira. **PALAVRAS-CHAVE:** *Sorghum bicolor*, testes de germinação, bastão quântico

EFFECTS OF MAGNETISM AND LONG-
INFRARED TREATED WATER ON SORGHUM
SEED GERMINATION

ABSTRACT: Potable water consumption in agriculture accounts for approximately 70% of all world consumption. Water is essential for the development of crops and plays a key role in the physiology, plant nutrition, vegetative growth and development, which has led to studies that enable better use of water by crops. The use of magnetized water in human health and agriculture has attracted the attention of researchers and studies has shown that magnetism can alter the properties of water; which affects the crystallization of the calcium carbonate by increasing the total amount of precipitates thereby improving the water quality. In order to better understand the effect of magnetism in agriculture, the objective of this work was to evaluate the effect of water treatment with magnetism and long infrared (quantum stick) on seed germination, germination index, mean time and germination speed in sorghum seeds. For this purpose, tap water, mineral water and reverse osmosis water were submitted to magnetism and long infrared treatment for 24 hours and applied in the in vitro tests of seed germination. The magnetic field of the quantum stick was also evaluated. The results showed that germination and reduction of the germination time of sorghum seeds were observed in the presence of water submitted to treatment with magnetism, especially for common tap water.

KEYWORDS: *Sorghum bicolor*, germination tests, quantum stick

1 | INTRODUÇÃO

A produção de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], segundo o 11º Levantamento de Safras da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2018), deverá ser de 2,1 milhões de ton. na safra 2018-2019, com produtividade de 2.756 kg. ha⁻¹. Este cereal é considerado o 5º cereal mais cultivado no mundo sendo utilizado principalmente na alimentação animal e está entre as espécies alimentares eficientes em velocidade de maturação e do ponto de vista fotossintético (RIBAS, 2003). Para que haja o incremento na produção, o uso de semente de boa qualidade é essencial pois reduz falhas no estande e desuniformidade entre as plantas.

Algumas das qualidade de uma boa sementes, também conhecida como qualidade fisiológica, são observados pela germinação e vigor sendo o teste de germinação o método padrão para avaliar a capacidade da semente de germinar. A germinação é influenciada por fatores externos (meio ambiente) e internos (genética, dormência) sendo que dentre os fatores externos, a disponibilidade de água é o mais importante (MARCOS FILHO, 2005).

A água é um dos elementos primordiais e indispensáveis à sobrevivência dos seres humanos, da flora e da fauna em todo o planeta. Na agricultura, o consumo de água potável representa aproximadamente 70% do consumo mundial e é fundamental para o desenvolvimento das plantas, pois desempenha papel primordial na fisiologia e nutrição das plantas e no crescimento e desenvolvimento vegetativo das mesmas

(PUTTI, et al., 2013; PUTTI, 2014).

Uma proposta para maximizar a utilização de água é o tratamento por magnetismo e infravermelho longo, que resulta alterações físicas ou químicas de suas moléculas. Este tipo de tratamento tem procedimento geralmente de baixo custo de instalação e não exige nenhum gasto de energia (RASHIDI et. al., 2016). Embora a ideia de modulação magnética da água seja tão antiga quanto as ciências modernas, o desenvolvimento científico e as aplicações da água tratada por magnetismo e infravermelho longo remontam às últimas décadas e tem sido utilizada em diferentes áreas do conhecimento e países ao redor do mundo, incluindo aplicações médicas, agrícolas, industriais e ambientais (RASHIDI et. al., 2016).

Assim, o objetivo deste trabalho foi de verificar o efeito de água tratada por magnetismo e infravermelho longo na germinação de sementes de sorgo.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O bastão quântico (Figura 1) utilizado para o tratamento das águas (comum de torneira; mineral e de osmose reversa) contém em sua estrutura três fontes de magnetismo na posição vertical (cápsulas de neodímio) de 0,6 cm de espessura e 2,0 cm de diâmetro separadas por 4,5 cm entre as cápsulas, colocadas de forma vertical, totalizando a haste o comprimento de 11,5 cm. As cápsulas e a haste são envoltas por um polímero de cor branca e contém pó de minério que emite infravermelho longo.

O campo magnético do bastão quântico (Figura 1) foi medido no laboratório do Depto de Física – UEM utilizando uma sonda Hall construída pelo Instituto de Física da USP, de sensibilidade mínima de 1,0 Gauss = 0,1 mT (miliTesla). As medidas foram realizadas num intervalo 0-180 mm no eixo x e de 0-60 mm no eixo y, num passo de 10 a 10 mm. Como a sonda Hall mede o campo em somente uma direção, para cada ponto foi realizado uma medida na direção x e na direção y. A soma vetorial foi feita para determinar o campo em cada ponto.

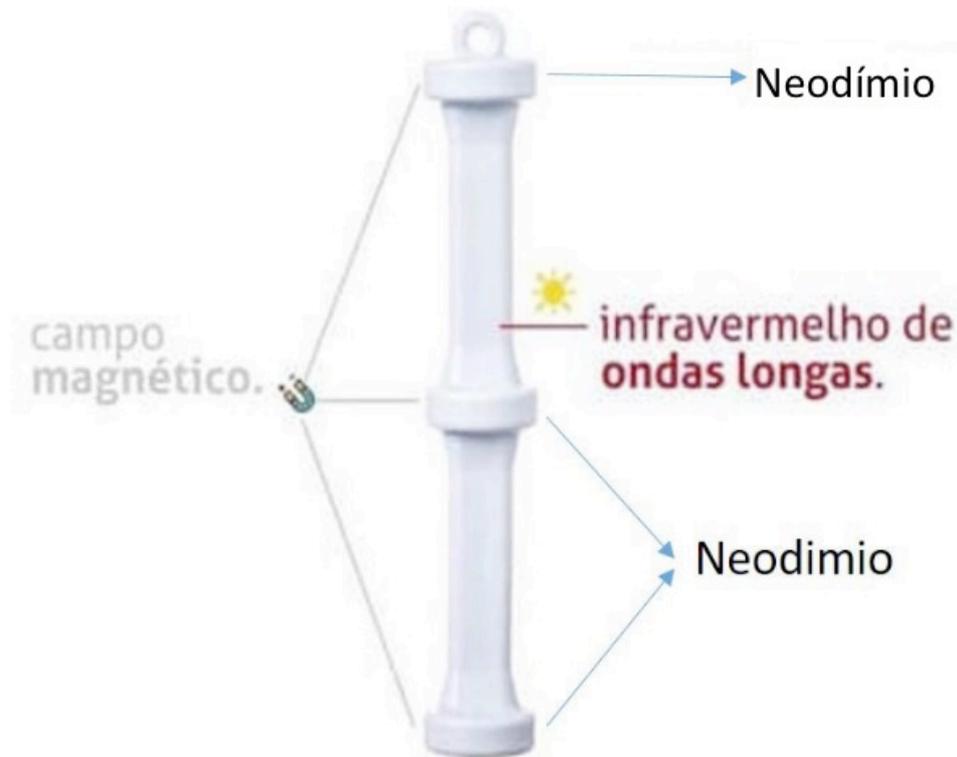


Figura 1. Bastão quântico (Fortmag®) utilizado para magnetizar as águas
Fonte: Fortmag® (2019)

O experimento de teste de germinação das sementes de sorgo, foi conduzido no Laboratório de Homeopatia e Fisiologia Vegetal do Departamento de Biologia da Universidade Estadual de Maringá, Paraná.

As águas (comum de torneira; mineral e de osmose reversa) tratadas ou não por magnetismo e infravermelho longo foram utilizadas para verificar o possível efeito em algumas variáveis da germinação de sementes de sorgo cultivar 201420GO48 (híbrido simples). Para isto, 50 sementes de sorgo foram colocadas em caixas gerbox que continham duas folhas de papel germitest umedecidos com a) água de osmose reversa submetida a fonte de magnetismo por 24 h, b) água comum de torneira tratada com a fonte de magnetismo por 24 h, sendo ambas as águas coletadas no laboratório de Homeopatia da Universidade Estadual de Maringá, c) água mineral submetida a fonte de magnetismo por 24 h e d) testemunha que foram constituídas destas mesmas águas, mas sem o contato com o dispositivo. Para cada tratamento foram realizadas 4 repetições com 50 sementes, totalizando 200 sementes por tratamento.

As caixas gerbox (unidade experimental) foram dispostas em germinador, tipo BOD, a 25 °C, no escuro. A cada 2 h foram realizadas as avaliações de germinação, sendo consideradas germinadas as sementes que apresentavam radícula com pelo menos 2 mm de comprimento sendo realizadas 10 avaliações (total).

As variáveis quantificadas foram: porcentagem de germinação (G%), sendo:

- $G\% = (N/A) \times 100$, em que: N = número de sementes germinadas e A = número de sementes na amostra.

Índice de velocidade de germinação (IVG), Tempo médio de germinação (TMG) e Velocidade média de germinação (VMG) de acordo com Maguire (1996), sendo:

- $IVG = \sum (ni/ti)$, em que: ni = número de sementes que germinaram no tempo “i”; ti = tempo após instalação do teste.
- $TMG = (\sum niti)/\sum ni$, onde: ni = 260 número de sementes germinadas por dia; ti = tempo de incubação.
- $VMG = 1/t$ onde: t = tempo médio de germinação.

2.1 Análise estatística

Para avaliação do campo magnético do bastão quântico, os dados foram plotados gerando o gráfico, utilizando o software mathematica.

Para os testes de germinação das sementes, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Scott-Knott, a 5 % de probabilidade, utilizando o programa estatístico ASSISTAT (SILVA; CARLOS, 2016).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do campo magnético mostra que a parte mais plana representa campos baixos variando entre 0 a 2 Gauss (Figura 2). Enquanto, no pico central houve aumento de 600 Gauss. Os picos menores possuem valores de cerca de 120 Gauss. Este maior valor corresponde ao ímã permanente do centro do bastão quântico e os dois picos menores correspondem aos ímãs laterais.

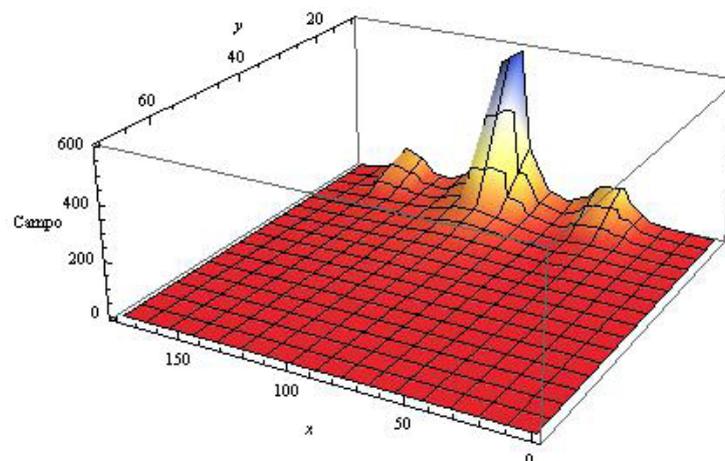


Figura 2. Campo magnético do bastão quântico (dispositivo Fortmag®), em função da distância entre os eixos

Fonte: próprio autor (2019)

O efeito das águas tratadas por magnetismo e infravermelho longo na percentagem de germinação (G%) de sorgo e no Índice de velocidade germinação (IVG), podem ser visualizados nas Figuras 3 e 4.

Pelos resultados, verificou-se maior G% quando as sementes foram tratadas com as águas submetidas ao magnetismo e infravermelho longo, com exceção para a água de torneira em que não houve diferença estatística quando comparada a testemunha. Para a água mineral e água de osmose reversa tratadas com o magnetismo e infravermelho longo, houve diferença estatística quando comparada com as não submetidas ao tratamento. É importante destacar que a G% para os tratamentos, está dentro dos padrões estabelecidos para a comercialização (80%), de acordo com Brasil (2009).

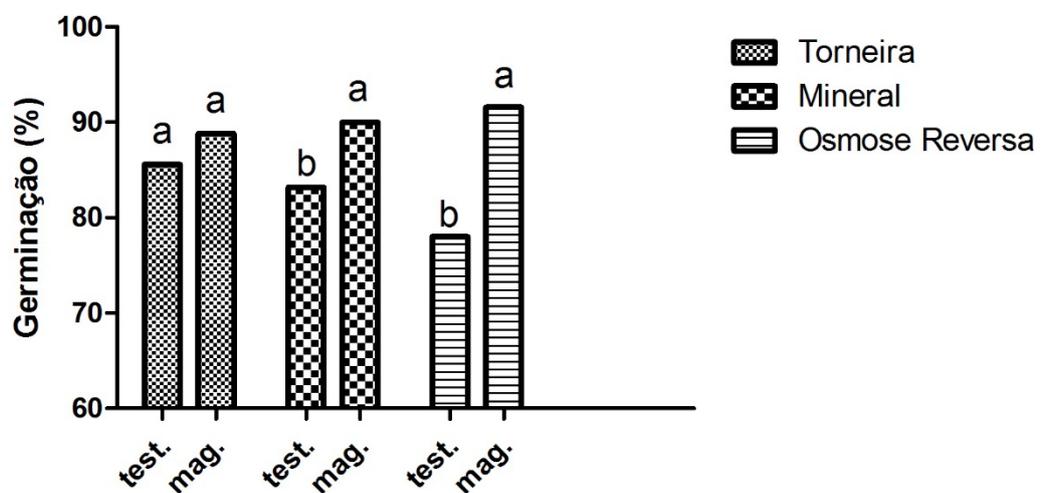


Figura 3. Germinação (G%) de sementes de sorgo tratada com água de torneira, mineral e de osmose reversa, submetidas (mag.) ou não (test.) ao magnetismo e infravermelho longo. As colunas com letras diferentes diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV (%) = 6,46.

Fonte: próprio autor (2019)

O efeito da irrigação com água tratada magneticamente na germinação de sementes de tomate do híbrido FA-516, em condições de cultivo protegido, foi estudado por Aguilera e Martins (2016) que verificaram aumento na percentagem de germinação de 36% quando comparada ao tratamento controle (água de irrigação sem magnetismo).

A germinação de sementes e qualidade de frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L) tratados com água magnetizada ou não, foram estudadas por Ahamed, Elzaawely e Bayoumi (2013) que observaram a antecipação de um dia na germinação das sementes em relação as não tratadas com a água magnetizada, que a porcentagem de germinação aumentou em 33,7-44,9% e que, na qualidade dos frutos, houve aumento nos teores de vit C e fósforo, enquanto o comprimento, o diâmetro dos frutos e a espessura do pericarpo não foram significativamente

afetados.

Para o IVG, observou-se comportamento similar à porcentagem de germinação, isto é, para as sementes tratadas com a água magnetizada, o IVG foi maior quando comparado ao tratamento controle (Figura 4) apresentando diferença estatística entre os tratamentos.

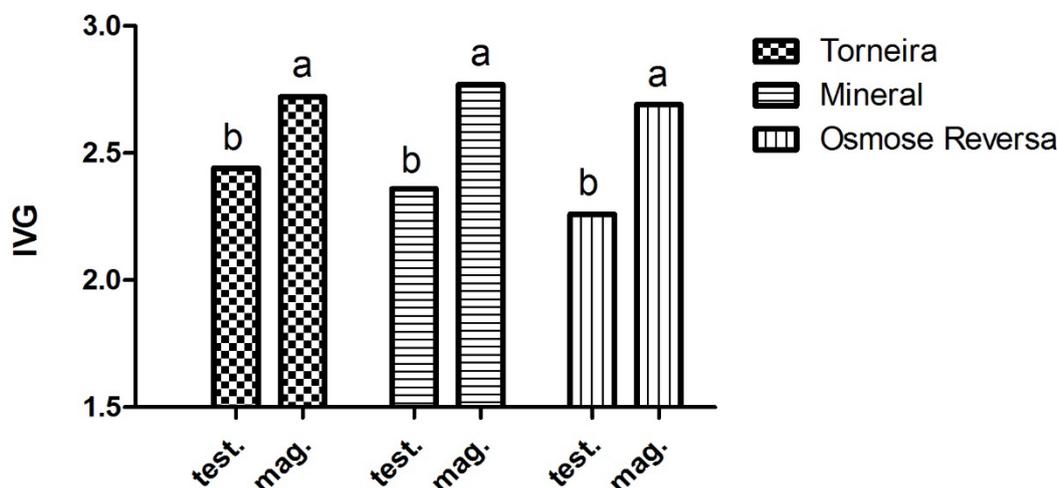


Figura 4. Efeito de água de torneira, mineral e de osmose reversa submetidas (mag.) ou não (test.) ao magnetismo e infravermelho longo no índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de sorgo.

As colunas com letras diferentes diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV (%) = 8,06.

Fonte: próprio autor (2019)

O efeito de água da torneira, água salgada (1.500 ppm), água do canal de irrigação e água de esgoto, magnetizadas ou não, foi verificado na emergência de sementes de milho. Para isto, as sementes foram embebidas em água, por 24 horas e em seguida, semeadas em areia (MAHMOOD & USMAN, 2014). Os autores verificaram que o índice de emergência (IVG) e índice da taxa de emergência aumentaram de 5,5 para 8,9 e de 10,1 para 12,8, respectivamente, para as águas magnetizadas e que houve redução no tempo de emergência em 17,9%.

Com relação a velocidade média de germinação (VGM) observou-se que houve diferença estatística entre as sementes tratadas (mag.) com as não tratadas (test.) por magnetismo e infravermelho longo (Figura 5) exceto para a água de osmose reversa.

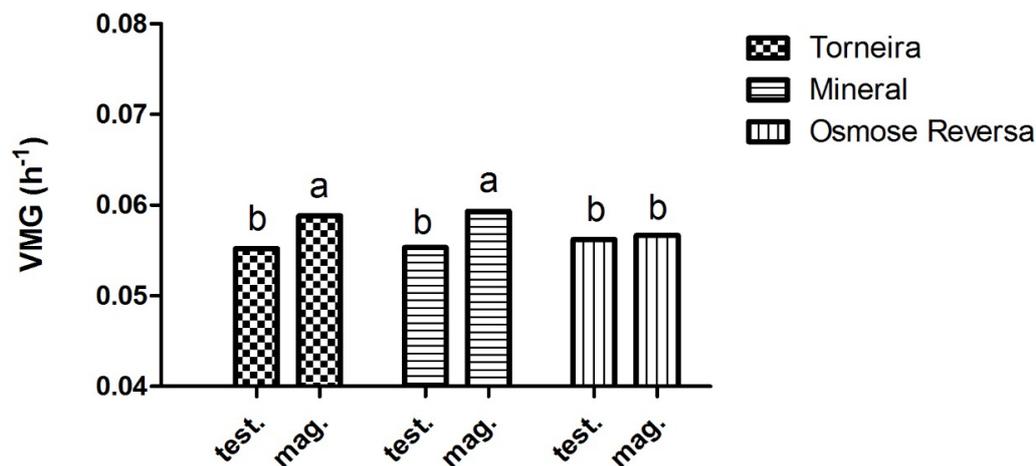


Figura 5. Efeito de água de torneira, água mineral e de osmose reversa magnetizadas (mag.) ou não (test.) na Velocidade Média de Germinação (VMG. h⁻¹) de sementes de sorgo.

As colunas com letras diferentes diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV (%) = 3,76.

Fonte: próprio autor (2019)

O TMG, em horas, para as sementes submetidas ao magnetismo e infravermelho longo foi de 17,0h para água de torneira; 16,9h para a água mineral; e de 17,7h para água de osmose reversa (Figura 6). Observou-se que as sementes tratadas com a água mineral magnetizada apresentou o menor TMG e que não houve diferença significativa quando tratadas com a água de osmose reversa. As sementes tratadas com a água de torneira, magnetizada, apresentaram redução de 5,5 % do TMG em relação a testemunha, isto é, TMG da semente tratada foi de 17,0 e da testemunha 18,0.

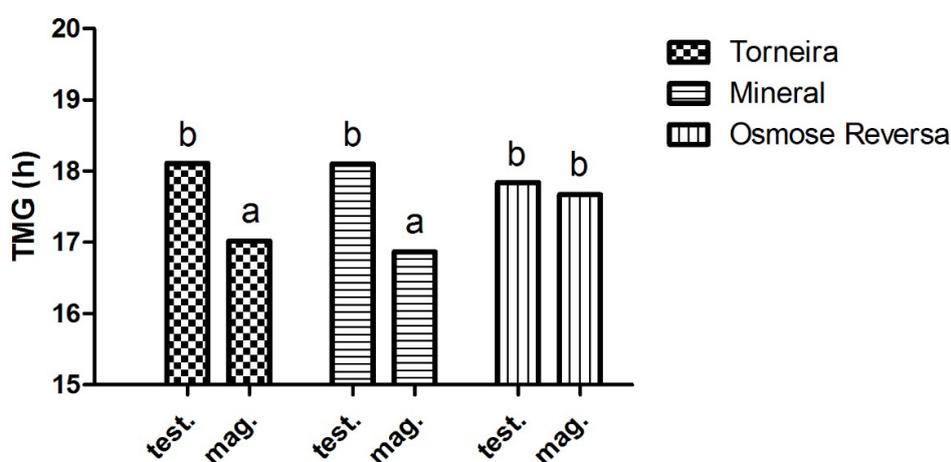


Figura 6. Efeito de água de torneira, mineral e de osmose reversa magnetizadas (mag.) e testemunhas não magnetizadas (test.) no tempo médio de germinação (TMG(h)) de sementes de sorgo.

As colunas com letras diferentes diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV (%) = 3,68

Fonte: próprio autor (2019)

Em relação a exposição das sementes de sorgo as estas águas, observou-se maior percentagem de germinação quando as sementes foram tratadas com as águas submetidas ao magnetismo e infravermelho longo. Em todos os experimentos houve aumento do percentual de germinação onde para a água de torneira o G% foi de 87 para 90%; a água mineral de 85% para 90% e água de osmose reversa de 78% para 91. Para as sementes tratadas com a água magnetizada e infravermelho longo, o índice de velocidade de germinação (IVG) foi maior quando comparado ao tratamento controle, apresentando diferença estatística. Com relação a velocidade média de germinação (VGM) observou-se que houve diferença estatística entre as sementes tratadas com as não tratadas por magnetismo e infravermelho longo exceto para a água de osmose reversa. As sementes tratadas com a água de torneira, submetidas ao magnetismo e infra vermelho longo, apresentaram redução de 5,5 % do tempo médio de germinação em relação a testemunha. Efeito similar foi observado na amostra com água mineral. Na água de osmose reversa a redução não foi expressiva.

Os resultados observados neste estudo comprovam o estímulo na germinação e a redução do tempo de germinação de sementes de sorgo, como consequência do tratamento magnético da água utilizada. A aplicação deste tratamento em condições de campo poderá confirmar os efeitos benéficos sobre a cultura bem como a otimização do uso da água magnetizada na irrigação, assim como foi observado por Putti et al. (2015) ao estudarem o efeito da água magnetizada em experimento a campo, em dois ciclos da cultura de alface e verificaram que a produção foi 63% maior na cultura irrigada com a água tratada por magnetismo e infravermelho longo, quando comparada com as irrigadas com água comum.

4 | CONCLUSÃO

Os resultados obtidos evidenciam a influência das águas tratadas por magnetismo e infravermelho longo na germinação das sementes de sorgo proporcionando maior porcentagem de sementes germinadas em menor tempo (redução do tempo médio de germinação)

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fortmag pela disponibilidade do bastão quântico utilizado nesta pesquisa. A autora K. R. F. Schwan-Estrada agradece ao CNPq pela bolsa Pq

REFERÊNCIAS

- AGUILERA, Jorge González; MARTÍN, Roberqui Martín. Água tratada magneticamente estimula a germinação e desenvolvimento de mudas de *Solanum lycopersicum* L. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v. 6, n. 1, p.47-53, mar. 2016.
- AHAMED, M.E.M.; ELZAAWELY, A.A.; BAYOUMI, Y.A. Effect of Magnetic Field on Seed Germination, Growth and Yield of Sweet Pepper (*Capsicum annuum* L.). **Asian Journal Of Crop Science**, Tanta, v. 5, n. 3, p.286-294, mar. 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, 2009. 395 p
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Sorgo: análise mensal. Brasília: Conab, 2018. 4 p. Disponível em: <file:///C:/Users/Sony/Downloads/SorgoZ-ZAnaliseZMensalZ-Zjulho-2018Z.pdf>. Acesso em: 8 jul. 2019.
- MARCOS FILHO, Júlio. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p
- MAGUIRE, James D. Speed of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, [s.l.], v. 2, n. 2, p.176-177, 1962. Disponível em: <Crop Science Society of America. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183x000200020033x>>. Acesso em: 12 jul. 2019.
- MAHMOOD, S.; USMAN, M. Consequences of Magnetized Water Application on Maize Seed Emergence in Sand Culture. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v.16, p.47-55, 2014
- PUTTI, Fernando Ferrari. **Produção da cultura de alface irrigada com água tratada magneticamente**. 2014. 123 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Unesp, Ilha Solteira, 2014. Disponível em: <<http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/PDFs/Arq1086.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2018.
- PUTTI, Fernando Ferrari et al. Response of lettuce crop to magnetically treated irrigation water and different irrigation depths. **African Journal Of Agricultural Research**, Lagos, v. 10, n. 22, p.2300-2308, maio 2015
- PUTTI, Fernando Ferrari et al. Desenvolvimento inicial de alface (*Lactuca sativa* L.) irrigada com água tratada por magnetismo e infravermelho longo. **Cultivando O Saber**, Cascavel, v. 6, n. 3, p.83-90, 2013.
- RASHIDI, Samaneh et al. Magnetized water treatment: reviewing the environmental applications. **International Journal Of Pharmacy & Technology**, Ahvaz, v. 8, n. 1, p.11431-11441, fev. 2016.
- RIBAS, Paulo Motta. **DOCUMENTOS 26: Sorgo: Introdução e Importância Econômica**. Sete Lagoas: Embrapa, 2013. 16 p.
- SANTANA, Márcio José de et al. Efeito da irrigação com água salina em um solo cultivado com o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 2, p.443-450, mar. 2003.
- SILVA, Francisco de Assis Santos e; CARLOS, Alberto Vieira de Azevedo. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, [s.l.], v. 11, n. 39, p.3733-3740, 29 set. 2016. Academic Journals. <http://dx.doi.org/10.5897/ajar2016.11522>. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/308842090_The_Assistat_Software_Version_77_and_its_use_in_the_analysis_of_experimental_data/stats>. Acesso em: 6 jun. 2018.

PERFIL DO CONSUMIDOR DE FRANGO CAIPIRA NO MUNICÍPIO DE MARINGÁ

Data de aceite: 22/01/2020

José Euripedes Suliano de Lima

Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-graduação em Agroecologia. Mestrado Profissional em Agroecologia, Maringá, Paraná, Brasil

Paula Lopes Leme

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Zootecnia, Maringá, Paraná, Brasil

Jaqueline Paula Damico

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Zootecnia, Maringá, Paraná, Brasil

Daiane de Oliveira Grieser

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Zootecnia, Maringá, Paraná, Brasil

Camila Mottin

Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Maringá, Paraná, Brasil

José Leonardo Borges

Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-graduação em Agroecologia. Mestrado Profissional em Agroecologia, Maringá, Paraná, Brasil

Layla Thamires de Oliveira

Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-graduação em Agroecologia. Mestrado Profissional em Agroecologia, Maringá, Paraná, Brasil

Ana Cecília Czelusniak Piazza

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Zootecnia, Maringá, Paraná, Brasil

Alessandra Aparecida Silva

Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-graduação em Agroecologia. Mestrado Profissional em Agroecologia, Maringá, Paraná, Brasil
Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Maringá, Paraná, Brasil

RESUMO: Com a população cada vez mais preocupada com o meio ambiente e a exigência atual sobre os métodos de criação dos frangos de maneira mais ecológica, esta pesquisa teve como objetivo caracterizar o perfil do consumidor de carne de frango caipira, na cidade de Maringá do Estado do Paraná. Foi realizada a aplicação de 200 questionários online com levantamentos de variáveis socioeconômicas, de forma que 59% dos participantes foram do sexo feminino, 31% apresentavam entre 18 e 24 anos e recebiam entre 2-6 salários mínimos (41%). Realizou-se também um levantamento sobre as preferências de como e onde comprar, qual tipo de corte e armazenamento preferia e o que levava em consideração no momento da compra. A aparência do produto foi dada como o atributo mais importante no momento

da compra, 37% responderam que compram a carne de frango caipira através do mercado informal e 46% preferem comprá-la resfriada e inteira (61%), o consumo é realizado mensalmente para 44% dos consumidores. Com isso, a pesquisa possibilita a implantação de estratégias para empresas, principalmente da região, visando aumentar o consumo de carne de frango caipira.

PALAVRAS-CHAVE: Avicultura colonial; formulário; hábitos de consumo; nicho de mercado.

CONSUMER PROFILE OF MEAT FROM FREE RANGE CHICKEN IN THE MARINGÁ CITY

ABSTRACT: With the population increasingly concerned about the environment and the current demand on the methods of raising chickens in a more ecological way, this research aimed to characterize the profile of the consumer of chicken meat in the city of Maringá of the State of Paraná. It was carried out the application of 200 online questionnaires with surveys of socioeconomic variables, where it was observed that 59% of this population are female, 31% were between 18 and 24 years old and received between 2-6 minimum wages (41%). A survey was also made on the preferences of how and where to buy, what type of cut and storage preferred and what took into consideration at the time of purchase. The appearance of the product was given as the most important attribute at the time of purchase, 37% answered that they buy chicken meat through the informal market and 46% prefer to buy it cold and whole (61%), consumption is carried out monthly to 44% of consumers. With this, the research allows the implementation of strategies for companies, mainly in the region, aiming to increase the consumption of meat from free range.

KEYWORDS: Colonial poultry farming; form; Consumption habits; market niche.

1 | INTRODUÇÃO

As exportações da carne de frango brasileira chegaram a 4,100 milhões de toneladas em 2018, de acordo com a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA 2018). Só em maio de 2019 foram exportados 143 mil toneladas provenientes de criatórios paranaenses, segundo dados da Secretaria de Comércio Exterior (Secex) do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). O Estado do Paraná é o principal responsável pelo abate, processamento e exportação de carne de frango e tem se destacado no contexto brasileiro, notadamente no que se refere ao seu suporte industrial, com base em uma estrutura cooperativa bastante consolidada, com destaque para a região oeste paranaense (ABPA, 2017).

Conforme a Embrapa Suínos Aves, a carne de frango tornou-se a partir de 2006, a proteína animal mais consumida pelos brasileiros, no ano de 2017 o consumo per capita alcançou 42,7 kg, enquanto que o consumo de carne suína foi de 14,7

kg (ABPA, 2018). No entanto, o mercado consumidor tem exigido cada vez mais qualidade dos alimentos, bem estar dos animais e cuidados com o meio ambiente, e os sistemas alternativos de criação de frangos de corte, se encaixa bem nessas características. O frango destinado à criação caipira deve ter acesso livre a áreas de pastejo, podendo ser criado tanto em sistema extensivo como semi- extensivo, exercendo suas necessidades básicas em um ambiente que garanta as suas 5 liberdades sendo elas: 1 livre de fome e sede, 2 livre de desconforto, 3 livre de dor, doença e injúria, 4 ter liberdade de expressar o comportamento natural da espécie e 5 estar livre de medo e estresse. Além disso, recebem nesse sistema rações isentas de melhoradores de desempenho e de base antibiótica. A utilização de antibióticos e anticoccidídeos são proibidas para o uso preventivo – Associação Brasileira da Avicultura Alternativa (AVAL, 2018).

Bridi et al. (2016) enfatizam que, atualmente, uma parcela de consumidores preocupa-se em consumir produtos de origem animal de sistemas de produção ecologicamente sustentável. Essa demanda tem criado nichos de mercado alternativo de carne de frango, no que se insere a procura por carne de frango caipira. Em 2017 o mercado de orgânicos movimentou no país R\$ 3,5 bilhões, com um crescimento de cerca de 20% em relação ao ano anterior (GLOBORURAL, 2018). A agricultura convencional ainda domina o volume de produção de alimento no Brasil, porém o crescimento da agricultura orgânica tem sido acompanhado por uma exaltação a modos de produção mais sustentáveis.

A pesquisa foi realizada no município de Maringá-PR, na qual representa papel de extrema relevância para a economia da região, por estarmos em um polo produtivo de aves coloniais uma vez que em Ivaiporã-PR localizada a 140 Km de Maringá está instalada a empresa “Frango Sabor Caipira LTDA” que atualmente é a segunda organização de maior produção de frangos caipira no Brasil. A população Maringaense está cada vez mais a procura desse tipo de produto, como demonstra os dados dessa pesquisa. Em Maringá é possível encontrar a carne de frango caipira em supermercados, açougues e casas especializadas.

Conforme Mendes et al. (2016), conhecer os atributos que fazem as preferências do consumidor tem sido importante área de estudos, auxiliando as empresas a desenvolver estratégias para garantir a competitividade e a rentabilidade das cadeias de produção. Logo, este estudo teve como objetivo avaliar as características socioeconômicas, preferências e opiniões do consumidor de carne de frango caipira na cidade de Maringá-PR, assim como, analisar as tendências futuras para que com essas informações o mercado desse nicho em crescimento possa adotar algumas táticas de comercialização.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os hábitos de consumo de carne de frango caipira pela população foram determinados por meio de um formulário de perguntas online, aplicados nos meses de agosto e setembro de 2017. Utilizou-se o método denominado survey, amplamente empregado em análises de opinião pública, de mercado e, atualmente, em pesquisas sociais. Este método é conduzido por uma entrevista com várias indagações relacionadas ao tema estudado, é aplicado um questionário estruturado para se obter uma padronização do processo de coleta de dados (MENDES et al. 2016). Segundo LAKATOS e MARCONI (2003, p. 201) a aplicação da enquete apresenta diversas vantagens, tais como:

- a) Economiza tempo, viagens e obtém grande número de dados.
- b) Atinge maior número de pessoas simultaneamente.
- c) Abrange uma área geográfica mais ampla.
- d) Economiza pessoal, tanto em adestramento quanto em trabalho de campo.
- e) Obtém respostas mais rápidas e mais precisas.
- f) Há maior liberdade nas respostas, em razão do anonimato.
- g) Há mais segurança, pelo fato de as respostas não serem identificadas.
- h) Há menos risco de distorção, pela não influência do pesquisador.
- i) Há mais tempo para responder e em hora mais favorável.
- j) Há mais uniformidade na avaliação, em virtude da natureza impessoal do instrumento.
- l) Obtém respostas que materialmente seriam inacessíveis.

Nesta pesquisa foram entrevistados 200 indivíduos na cidade de Maringá-PR, onde responderam questões relacionadas à carne de frango caipira por meio de formulário direcionado ao perfil do consumidor. Os questionários foram aplicados via internet, pela plataforma Google Docs, utilizando-se o método de pesquisa Google Forms. Foi disponibilizado um link composto pela questão espontânea acerca de em qual cidade que reside o entrevistado, a pergunta seguinte abordou sobre o consumo carne de frango caipira, não havendo nenhum tipo de estímulo/indução às respostas, no intuito de minimizar o efeito de cada questão sobre as seguintes. As respostas foram salvas no próprio Google Forms após o envio das respostas das questões, neste mesmo link havia indagações sobre gênero, idade, escolaridade e renda familiar.

Existia uma pergunta inicial relacionada diretamente ao consumo de carne de frango caipira, quando o entrevistado respondia SIM, ele continuava participando da pesquisa, isso permitiu determinar o percentual de pessoal na amostragem que consome, de fato, a carne de frango caipira. Somente os questionários que tiveram todas as questões respondidas foram validados, as respostas referentes a esses formulários foram analisadas, usando-se software versão IBM SPSS v. 20 (IBM Corp. Released, 2011).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de distribuição permitiu observar o predomínio de entrevistados do gênero feminino (59%) dos consumidores de frango caipira (Tabela 1). Observa-se que as mulheres, em sua grande maioria, ainda são responsáveis pela decisão de compra da família. Sabe-se ainda que os grupos formados por mulheres podem ser considerados mais exigente, principalmente em relação aos atributos visuais de qualidade e informações da embalagem (GARCIA et al. 2017).

Variáveis	Classes	Quantidade	Porcentagem
Sexo	Feminino	118	59%
	Masculino	82	41%
Idade	18-24 anos	62	31%
	25-34 anos	50	25%
	35-44 anos	30	15%
	45-54 anos	28	14%
	Acima de 55 anos	30	15%
	Até 2 salários mínimos	28	14%
Renda Familiar	2-6 salários mínimos	82	41%
	6-10 salários mínimos	40	20%
	Acima de 10 salários mínimos	50	25%
	Ensino Médio	26	13%
Escolaridade	Graduação	84	42%
	Pós graduação	90	45%

Tabela 1. Características socioeconômicas dos consumidores.

Dentro da variável faixa etária, a maior parcela da população encontra-se com pessoas entre 18 e 24 anos (31%), houve também um predomínio de entrevistados com renda familiar de 2-6 salários mínimos. Silva et al. (2015) relatam resultados semelhantes ao obtido nesta pesquisa, onde no município de Jataí-GO a renda familiar da maioria dos consumidores (56,82%) estava entre 2-4 salários mínimos, sendo que 20,45% afirmaram estar em um grupo que recebe entre 5-10 salários mínimos mensais. Tal comparação mostra que todas as classes sociais conseguem ter acesso ao consumo de frango caipira, mesmo que este tenha o custo um pouco mais elevado se comparado ao tradicional.

Com relação à escolaridade, observa-se maior porcentagem de consumidores de frango caipira com ensino superior e pós-graduação. Igualmente, todas as características socioeconômicas citadas anteriormente, conhecer o nível de escolaridade do consumidor é de fundamental importância, já que consumidores com diferentes graus de instrução têm necessidades distintas e esperam, portanto,

serem atendidos de forma diferenciada.

Os consumidores passaram a analisar de forma mais crítica e seletiva as opções de produtos e serviços antes de efetivar a compra. Entre os atributos considerados importantes no momento da compra, o atributo aparência foi considerado o fator mais importante (Figura 1). Provavelmente, esta categoria se destacou por ser relacionado com itens como cor, aspecto, tipo, estado visual, limpeza na secção e esses atributos visuais de qualidade são correlacionados com os atributos sensoriais da carne.

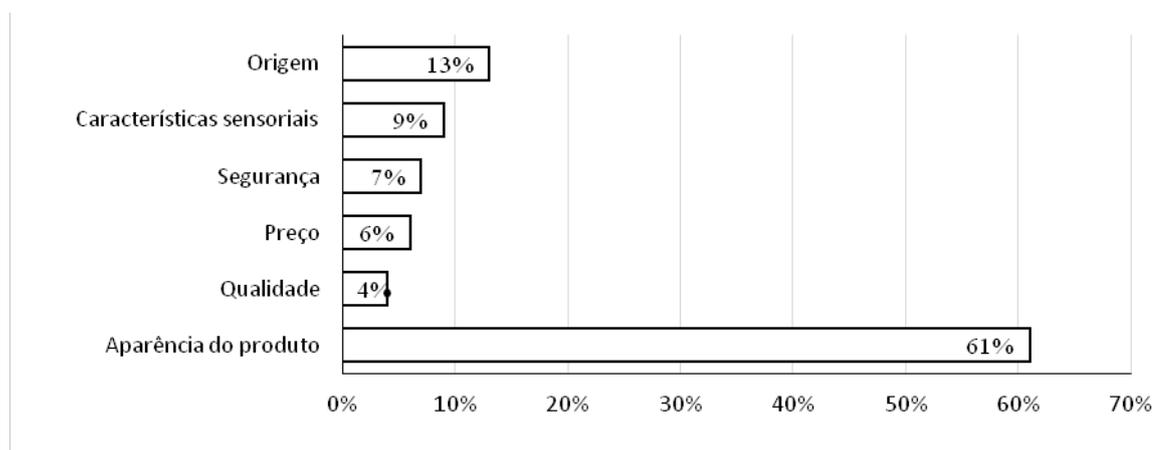


Figura 1 - Atributos considerados importantes no momento da compra de carne de frango caipira.

A Tabela 2 apresenta as respostas da pergunta estimulada com atributos pré-definidos, em que o consumidor tinha que pontuar, com notas de 0 a 10, os atributos de embalagem, higiene, marca, validade, preço, inspeção, maciez, origem ou produtor e rótulo. Os itens mais pontuados foram higiene, validade e inspeção, mostrando que a cadeia ainda tem que melhorar atributos considerados básicos e indispensáveis na comercialização do produto, pois ainda preocupam os consumidores, sendo que esses três atributos devem ser garantidos e previstos em lei.

Atributos	Notas
Embalagem	7,91
Higiene	9,70
Marca	5,87
Validade	9,29
Preço	8,02
Inspeção	9,25
Maciez	8,22
Origem ou produtor	8,46
Rótulo	8,41

Tabela 2. Notas sobre o grau de importância pessoal sobre devidos atributos.

Ainda dentro desta categoria os atributos marca e embalagem, respectivamente, receberam menos importância do consumidor. Esses atributos podem ter menor grau de importância devido o consumidor ter acesso à carne de frango caipira oriunda do sistema informal.

Erian & Phillips (2017) relatam que o consumidor australiano pressiona os revendedores para que rotulem adequadamente os produtos assim como os produtores, fabricantes e supermercados para terem um sistema de rotulagem do bem-estar dos animais, bem como o país de origem, as técnicas de produção e as condições de criação. O frango caipira não compete, em escala de produção e custo, com o frango industrial, mas em qualidade e sabor da carne atende uma fatia de mercado que não se importa em pagar mais por essas características de apelo ecológico.

O consumidor pode ser atraído pelas características da embalagem, tais como formato, tamanho, cores, entre outros, com informações quanto à fabricação, validade do produto, ingredientes e valor nutricional. No entanto, o seu maior objetivo é proteger o produto, a embalagem influencia na qualidade e resistência das carnes, alterando o ambiente ao seu redor retardando a deterioração do produto, além de prevenir a evaporação da umidade do produto, evitando perda de peso e alterações na aparência (OLIVEIRA et al. 2015).

A carne de frango está associada como um produto de alto valor proteico, baixa quantidade de lipídios e de fácil digestão pelas estratégias de marketing, no entanto a composição nutricional da carne recebeu atenção apenas de 6% dos consumidores (Figura 2). A quantidade de gordura presente na carne é uma característica de qualidade que vem ganhando cada vez mais atenção dos consumidores, devido à crescente preocupação com a imagem corporal e pelo fato de que dietas com alto teor de gordura levam ao aumento de problemas cardiovasculares (OLIVEIRA et al. 2015).

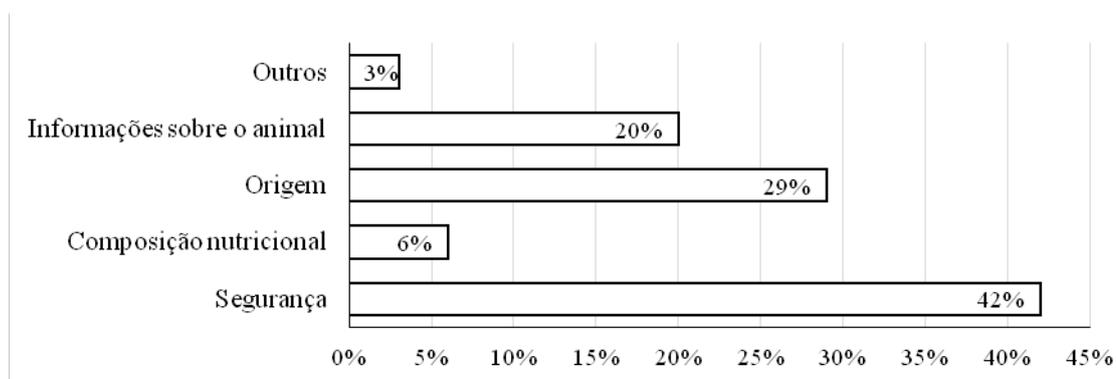


Figura 2 - Informações consideradas importantes no rótulo.

Dados de Junior et al. (2017) corroboram com o encontrados nesta pesquisa, os autores relatam que, na cidade de João Pessoa-PB, 42% dos entrevistados

disseram que sua preferência era determinada pelo sabor da carne, 24%, pelo hábito de consumo e apenas 21%, pelo valor nutritivo, apresentado pela carne.

De acordo com Mendes et al. (2016) o consumidor tem dado preferência à carne proveniente de sistemas de criação em que os animais possuem certificação, nesse contexto os consumidores entrevistados nesta pesquisa consideram como informações mais importantes no rótulo segurança e origem do produto, respectivamente.

Embora o consumidor também classifique os locais de compra como um atributo de segurança, observou-se uma grande aquisição desse produto de maneira informal (37%), onde açougue foi contemplado somente com 5% da fatia deste mercado (Tabela 3). O mercado oferece diversas opções de comercialização e de acondicionamento da carne. As normatizações e certificações, assim como os selos de qualidade, deram oportunidade para grandes empresas e, principalmente, para pequenos produtores de comercializar seus produtos alternativos com maior facilidade, alcançando, hoje, grandes redes de varejo, em um mercado que até então era essencialmente informal (ROCHA et al. 2016).

Variáveis	Classes	Quantidade	Porcentagem
Local de compra	Supermercado	60	30%
	Açougue	10	5%
	Feiras	56	28%
	Informal	74	37%
	Resfriada	92	46%
Tipo de acondicionamento	Congelada	48	24%
	Cortada na hora	60	30%
	Inteiro	122	61%
Corte da carne	Partes/pedaços	74	37%
	Temperado	4	2%

Tabela 3. Preferência do consumidor de carne de frango caipira em relação ao local de compra; tipo de acondicionamento e corte da carne.

Quanto ao tipo de acondicionamento, a maioria dos consumidores afirmou que prefere carne resfriada, seguida de carne cortada na hora e, por fim, carne congelada. A carne classificada como cortada na hora, para os consumidores de frango caipira, em sua grande maioria, se refere ao frango “fresco” e recém-abatido do mercado informal, pois o mercado de Maringá-PR não oferece esse frango no balcão do açougue.

Os dados da União Brasileira de Avicultura - UBABEF (2014) aponta resultado diferente do encontrado nesta pesquisa, onde o frango inteiro tem perdido espaço nos últimos anos, atribuindo-se este fenômeno à busca crescente por alimentos

mais práticos de preparar, principalmente devido a inserção feminina no mercado de trabalho. Porém, no frango caipira, a separação da carcaça é incomum, sendo encontrado, na maioria das vezes, somente o frango inteiro.

Do total de entrevistados nesta pesquisa, grande parte (44%) relata consumir frango caipira mensalmente (Figura 3). Percebe-se que a falta de consumo de frango caipira no cotidiano do consumidor é devido a falta de hábito de consumo, e principalmente o preço da carne. Loureiro et al. (2014) afirmam que é cada vez maior o interesse por alimentos produzidos de forma alternativa, os consumidores de frango caipira em Parauapebas – PA, revelaram não consumir o produto, porém apresentam interesse em consumi-lo, o que demonstra que o mercado ainda pode crescer consideravelmente, caso a cadeia produtiva seja trabalhada de maneira otimizada, visando melhorar a visibilidade da carne de frango caipira no mercado e o preço de venda do produto.

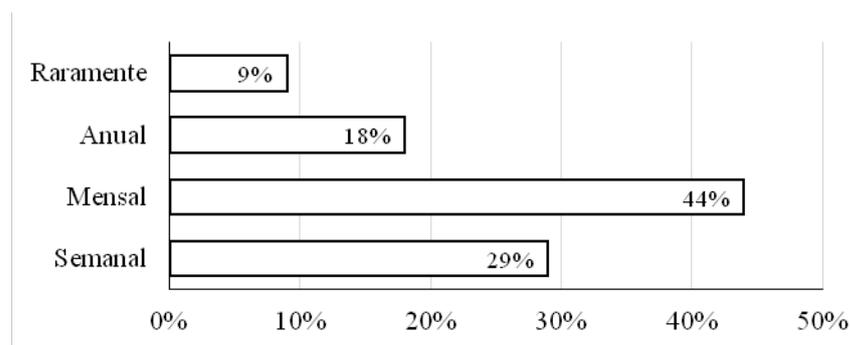


Figura 3 - Frequência do consumo de carne de frango caipira

A boa aceitação ou a busca pela carne de frango caipira pode-se dar pela maior preocupação dos consumidores com o bem-estar animal e meio ambiente, ou também devido ao fato de muitos consumidores acreditarem que são utilizados hormônios na criação de frango industrial. A utilização de hormônios como promotores de crescimento para animais destinados à alimentação humana é um mito, pois a legislação brasileira através da Instrução Normativa do MAPA (Nº 17, de 18 de junho de 2004), proíbe o uso deste tipo de substância em aves. Os fatores responsáveis pela obtenção de uma carne de qualidade são as tecnologias utilizadas na produção aliadas a alimentação, os cuidados que se tem com o manejo e sanidade destes animais. Por isso as estratégias de marketing são importantes, tanto para desfazer este mito da carne de frango industrial quanto para estimular o consumo e apresentar às questões de segurança alimentar e qualidade da carne de frango caipira (OLIVEIRA et al. 2015).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O perfil do consumidor mostra-se bem receptivo, principalmente o público feminino, manifestando o desejo de consumir carne de frango caipira, uma vez que muitos consumidores estão preocupados com o bem estar animal, qualidade do produto a ser ingerido, e com a preservação ambiental. Com base nas informações obtidas neste estudo, as empresas podem desenvolver planejamentos estratégicos para atender e aumentar a produção deste tipo de carne e ampliar ainda mais a inserção e fidelização do consumo de frangos caipira no Brasil. Dessa forma, é necessário melhorar em aspectos quanto ao local da venda, forma de armazenamento e rotulagem do produto. É de se esperar, portanto, melhoras significativas e contínuas na cadeia produtiva de frango caipira, à medida que mais pesquisas desse gênero forem realizadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a empresa “Frango Sabor Caipira LTDA” pelo financiamento e apoio na realização deste trabalho. Ainda, a “Superintendência Geral de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior” do Paraná pelo fomento ao Programa de Pós-graduação em Agroecologia – Mestrado Profissional.

REFERÊNCIAS

AGEITEC, Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Árvore do Conhecimento Frango de Corte**, Brasília (DF). Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/frango_de_corte/arvore/CONT000fy1j9mko02wx5ok0pvo4k3z9kscuy.html>. Acesso em 18 de jul. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual 2017. 2017**. Disponível em: http://abpabr.com.br/storage/files/3678c_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web_reduzido.pdf. Acesso em: 10 maio. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual 2018. 2018**. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2019.

AVAL. **Associação Brasileira da Avicultura Alternativa**. Disponível em: <<https://www.aval.org.br>>. Acesso em 10 de maio de 2019.

BRIDI, A. M. et al. **Produção Agroecológica de Frangos**. UEL – Universidade Federal de Londrina. PET Zootecnia, Londrina, p. 51, 2016.

ERIAN, I.; PHILLIPS, C. J. C. **Public Understanding and Attitudes towards Meat Chicken Production and Relations to Consumption**. Rev. Animals, v.7, n.3. 2017.

GARCIA, E. R. M. et al. **Perfil do consumidor de carne de frango no município de Aquidauana – MS**. Revista Veterinária e Zootecnia. v.24. nº 2. p. 345-352, 2017.

GLOBORURAL. **Orgânicos: faturamento do setor deve crescer 20% este ano**. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2018/06/globo-rural-organicos->

faturamentodo-setor-deve-crescer-20-este-ano-diz-ming-liu.html>. Acesso em: 05 maio. 2019.

IBM Corp. Released. **IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0**. Armonk, NY: IBM Corp., 2011.

JÚNIOR, J.P.F. et al. **Caracterização do consumo e perfil do consumidor de frango da cidade de João Pessoa-PB**. Agropecuária Técnica, v. 38, n. 3, p. 153-159, 2017.

LOUREIRO, J. P. B. et al. **Avaliação da influência de variáveis socioeconômicas no consumo de frango caipira: uma análise do mercado consumidor do município de Parauapebas – PA**. Revista de Estudos Sociais, v. 16, nº 32, p. 254-268, 2014.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MENDES, L. J. et al. **Perfil do Consumidor de Ovos e Carne de Frango do Município de Janaúba-MG**. ARS Veterinária, v. 32, nº1, p.81-87, 2016.

OLIVEIRA, A. P. et al. **Caracterização do consumidor de carne de frango em Júlio Borges-PI**. Revista Científica Produção Animal, v.17, nº2, p.129-141, 2015.

ROCHA, O. S. et al. **Avaliação do desempenho de frangos de corte de linhagem alternativa criados em aviário convencional na cidade de Manaus**. Revista Científica de Avicultura e Suinocultura, v. 2, nº 1, p. 21-26, 2016.

SILVA, C. M. et al. **Perfil do consumidor de carne de frango no município de Jataí – GO**. Enciclopédia Biosfera, v.11, nº 21, p. 1468-1478, 2015.

SINDIAVIPAR. **Embarques de carne de frango para o país superaram 28 mil toneladas no período**. Disponível em: <https://sindiavipar.com.br/blog/2019/07/02/exportacao-avicola-paranaense-para-a-china-em-maio-e-110-superior-ao-mesmo-mes-de-2018/>. Acesso em 23 jul. 2019.

UBA - UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **Relatório Anual 2014**. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/publicacoes?m=75&date=2014-03>>. Acesso em 05 maio 2019.

CRESCIMENTO MICELIAL DE *Sclerotinia sclerotiorum*, REPERTORIZAÇÃO DE SINTOMAS E CONTROLE DO MOFO BRANCO EM TOMATEIRO POR MEDICAMENTOS HOMEOPÁTICOS

Data de aceite: 22/01/2020

Paulo Cesário Marques

MSc em Agroecologia, Programa de Pós-Graduação em Agroecologia (PROFAGROEC), Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá/PR. e-mail: marqueseng.agr.2016@gmail.com

Bruna Broti Rissato

Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PGA), Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá/PR, e-mail: brunarissato@hotmail.com

Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada

Prof^a. Dra PROFAGROEC e PGA da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Pq2 CNPq e-mail: krfsestrada@uem.br

RESUMO: O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) está entre as culturas olerícolas mais consumidas no mundo. Esta cultura pode ser atacada por diversos fitopatógenos que comprometem a produção. Dentre esses fitopatógenos está o fungo *Sclerotinia sclerotiorum*, agente causal do mofo branco. Na busca de alternativas para o controle desse patógeno, este trabalho teve como objetivo: a repertorização de sintomas da doença, avaliar o potencial dos medicamentos homeopáticos *Sulphur*, nas dinamizações 7CH, 12CH, 24CH, 36CH e 48CH e *Licopodium clavatum*, nas dinamizações 6CH, 12CH, 24CH, 36CH e 48CH, na inibição do crescimento micelial de *S.*

sclerotiorum e no controle do mofo branco em tomateiro. Como testemunhas foram utilizadas solução hidroalcoólica a 70% e água destilada. Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com 12 tratamentos e cinco repetições. No teste *in vitro* foram avaliados o crescimento micelial e o número de escleródios produzidos em cada tratamento. Com os dados do crescimento micelial, calculou a Área Abaixo da Curva do Crescimento Micelial (AACCM). No teste em casa de vegetação avaliou-se a severidade, calculando a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e a porcentagem de plantas mortas (PPM). Os dois medicamentos, em todas as dinamizações, inibiram o crescimento micelial, sendo o *Sulphur* 48CH e *L. clavatum* 24CH as mais expressivas, reduzindo em 37% a AACCM, respectivamente, quando comparadas com água destilada. Para a AACPD os menores valores foram observadas com *Sulphur* 48CH e *L. clavatum* 6CH, embora, não tenham diferido estatisticamente da testemunha com água destilada. Assim, pode-se concluir que o medicamento homeopático *Sulphur* tem potencial para ser utilizado no controle do fitopatógeno *S. sclerotiorum in vitro*.

PALAVRAS-CHAVE: Homeopatia, *Licopodium clavatum*, *Solanum lycopersicum*, *Sulphur*.

MICELIAL GROWTH OF *Sclerotinia sclerotiorum*, REPERTORIZATION OF SYMPTOMS AND CONTROL OF WHITE MOFO IN TOMATO BY HOMEOPATHIC MEDICINES

ABSTRACT: Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is among the most consumed olerocaric crops in the world. This crop can be attacked by several phytopathogens that compromise production. Among these phytopathogens is the fungus *Sclerotinia sclerotiorum*, causal agent of white mold. In search for alternatives for the control of this pathogen, this work had as objective: the repertORIZATION of symptoms of the disease, to evaluate the potential of the homeopathic *Sulphur* medicines, in the 7CH, 12CH, 24CH, 36CH and 48CH and *Licopodium clavatum* dynamizations, 12CH, 24CH, 36CH and 48CH, inhibiting the mycelial growth of *S. sclerotiorum* and controlling the white mold in tomato. Distilled water and 70% hydroalcoholic solution were used as controls. The experiments were conducted in a completely randomized design with 12 treatments and five replicates. In the in vitro test the mycelial growth and the number of sclerodium produced in each treatment were evaluated. With mycelial growth data, the area under the mycelial growth curve (AUMGC) was calculated. In the greenhouse test the severity was evaluated, calculating the area under the disease progress curve (AUDPC) and the percentage of dead plants (PDP). The two drugs, in all the dynamizations, inhibited the mycelial growth, being the *Sulfur* 48CH and *L. clavatum* 24CH the most expressive, reducing in 37% the AUMGC, respectively, when compared with distilled water. For AUDPC, the lowest values were observed with *Sulfur* 48CH and *L. clavatum* 6CH, although they did not differ statistically from the control with distilled water. Thus, it can be concluded that the homeopathic medicine *Sulphur* has potential to be used in the control of the phytopathogen *S. sclerotiorum* in vitro.

KEYWORDS: Homeopathy, *Licopodium clavatum*, *Solanum lycopersicum*, *Sulphur*.

1 | INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) está entre as culturas olerícolas mais consumidas no mundo (MONTEIRO et al., 2008). Em geral, em cada 100 gramas, *in natura*, o tomate apresenta 1,0 gramas de proteína, 9,0 miligramas de cálcio, 1,7 miligramas de ferro, 43 miligramas de fósforo, 850 unidades internacional de vitamina A, 80 microgramas de tiamina, 113 microgramas de riboflavina, 0,5 miligramas de niacina e 34 miligramas de vitamina C. (FILGUEIRA, 2013).

A cultura se encontrada em vários países, sendo a China o maior produtor mundial com 31% da produção, seguido pela Índia com 11%, Estados Unidos com 8% e o Brasil encontra-se na nona posição com 2,5% (DOSSA e FUCHS, 2017). Dentre a produção nacional, o Estado de Goiás representa 32,4%, seguido de São Paulo com 21,1%, Minas Gerais com 16,7%, Bahia com 4,5% e Santa Catarina com 4,4% (IBGE, 2018).

Na safra de 2017, a produtividade média nacional de tomate foi de 67.648 kg ha⁻¹, enquanto que na safra de 2018 foi de 69.390 kg ha⁻¹ ou seja, houve aumento de 2,6%. As maiores produtividades médias encontram-se nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, com 63.538 kg ha⁻¹, 72.510 kg ha⁻¹ e 89.276 kg ha⁻¹, respectivamente (IBGE, 2018).

Entretanto, a cultura demanda uma intensa aplicação de defensivos químicos, em sistema convencional de cultivo. Em estudo realizado por Pignati et al. (2017), no Brasil, o cultivo de tomate apresentou-se em quarto lugar, em quantidade média de litros de agrotóxicos por hectare (20 L ha⁻¹), perdendo apenas para o fumo (60 L ha⁻¹), o algodão (28,6 L ha⁻¹) e os cítricos (23 L ha⁻¹), superando outras importantes culturas como a soja (17,7 L ha⁻¹), a uva (12 L ha⁻¹), a banana (10 L ha⁻¹), o arroz (10 L ha⁻¹), o trigo (10 L ha⁻¹), o mamão (10 L ha⁻¹), o milho (7,4 L ha⁻¹) e o girassol (7,4 L ha⁻¹).

Normalmente são realizadas de uma a três aplicações de fungicidas durante o ciclo da cultura do tomate, dependendo da variedade e clima. Dentre as doenças que mais causam prejuízos à cultura, está o mofo branco ou podridão de esclerotinia, causada pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum*. De uma forma geral, as lavouras infectadas podem sofrer prejuízos de até 60% (DELLAVALLE FILHO, 2016).

Assim, no sistema orgânico ou agroecológico, os métodos de controle visam manter a população do patógeno abaixo do Limiar de Dano Econômico, bem como reduzir o impacto negativo ao ambiente, ocasionado pelo uso indevido de defensivos químicos (RISSATO et al., 2017).

Nesse contexto, a homeopatia, por ter baixo custo, pode contribuir para uma agricultura menos dependente de pesticidas, mais sustentável, além de ser socialmente justa e ambientalmente correta (TOLEDO, 2014).

Portanto, este trabalho teve como objetivo a repertorização de sintomas de doenças em plantas e a investigação do potencial dos medicamentos homeopáticos *Sulphur* e *Licopodium clavatum* na inibição do crescimento micelial de *Sclerotinia sclerotiorum* e no controle de mofo branco, em tomateiro.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os medicamentos homeopáticos, utilizados neste trabalho, foram obtidos a partir da repertorização de sintomas, baseados na Matéria Médica, através do programa computacional de Homeopatia HomeoPro, versão 9.1, série S020605, desenvolvido pelo Grupo de Estudos Homeopáticos Samuel Hahnemann (GEHSH), do Rio de Janeiro. A escolha dos sintomas, dentro do programa HomeoPro, foi realizada por meio de analogias dos sintomas da Matéria Médica Homeopática (LATHOUD, 2017) com os sintomas característicos da doença mofo branco em tomateiro sendo listados

12 sintomas (Tabela 1).

Sintomas
1-TRISTEZA (sadness = despondency,dejection,m- 571r;
2-CICATRIZ (scars, cicatrices) (GH) (GN) - 55r;
3-CLOROSE (chlorosis) (=anemia hemolytic) - 103r;
4-EXCRESCENCIAS (Excrescences) - 102r;
5-NECROSE ossos (necrosis bones) - 68r;
6-SECRECAO excrecoes [Ver]* DESCARGA (secre - 0r;
7-SECURA (dryness, sensation, objective) (GH) - 437r;
8-VARIZES (varicose veins - engorged, distent - 163r;
9-FISSURA_pele_profundas (skin cracks deep, b - 9r;
10-MORTIFICACAO_fraqueza (weakness after morti -1r;
11-VELHICE_prematura (old age premature) - 41r;
12-ULCERA_pele_podre (skin ulcers foul) - 45r.

Tabela 1. Relação de sintomas da repertorização através do programa computacional de Homeopatia HomeoPro, versão 9.1

Com o programa utilizado, tornou-se mais rápido a escolha do medicamento. O tempo médio gasto para realizar a repertorização dos dozes sintomas foi de cinco minutos. É importante ressaltar que, dentro do programa HomeoPro, há um grande repertório de opções de sintoma da matéria médica da medicina humana, sendo necessário um estudo prévio, por meio de analogias, para a melhor escolha dos sintomas semelhantes aos causados pelo patógeno que se deseja controlar.

Após a repertorização dos sintomas, utilizou-se os medicamentos homeopáticos *Sulphur*, nas dinamizações 7CH, 12CH, 24CH, 36CH e 48CH e *Licopodium clavatum*, nas dinamizações 6CH, 12CH, 24CH, 36CH e 48CH na inibição do crescimento micelial de *S. sclerotiorum* e no controle do mofo branco em tomateiro, em casa de vegetação.

2.1 Experimento *in vitro*

O teste *in vitro* foi conduzido no Laboratório de Controle Alternativo e Indução de Resistência da Universidade estadual de Maringá (UEM) para verificar o efeito antifúngico sobre o crescimento micelial e a formação de escleródios pelo fitopatógeno *Sclerotinia sclerotiorum*, cedido pelo próprio laboratório. Para isto, 0,1 mL de cada medicamento em suas respectivas dinamizações foi adicionado em meio de cultura BDA, esterilizado e fundente. Em seguida, os meios foram vertidos em placas de petri e após a solidificação, foi repicado um disco de 8 mm repleto de micélio de *S. sclerotiorum* com 5 dias de cultivo. As placas foram vedadas com filme plástico e incubadas em BOD a 20 °C ± 2 °C, no escuro. Como tratamento testemunhas

foram utilizadas solução hidroalcoólica a 70% e água destilada. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 12 tratamentos e 5 repetições cada.

A avaliação do crescimento micelial foi realizada tomando-se medições diárias, pelo método das medidas diametralmente opostas, iniciando-se 24 horas após a instalação do experimento e perdurando até o momento em que as colônias fúngicas atingiram as bordas da placa de Petri.

Ao finalizar a medição, com os dados obtidos, calculou-se a Área Abaixo da Curva de Crescimento Micelial (AACCM), de acordo com equação $AACCM = \sum ((y_1 + y_2)/2) * (t_2 - t_1)$, adaptada de Shaner e Finney (1977), onde Y_i = diâmetro da colônia na i -ésima repetição; T_i = tempo em dias na i -ésima observação; n = número total de observações.

Trinta dias após a instalação do teste de crescimento micelial, foi quantificado o número de escleródios (NE) formados, por placa de Petri. Após a contagem, com os dados obtidos, foi calculado a inibição da produção de escleródios (IPE) pela fórmula: $IPE (\%) = (N^\circ \square \text{ escleródios no tratamento} - N^\circ \square \text{ escleródios na testemunha}) / N^\circ \square \text{ escleródios na testemunha} * 100$, onde IPE = Inibição de produção de escleródios (%); Testemunha = Número médio de escleródios do tratamento controle; Tratamento = Número médio de escleródios do tratamento de interesse.

2.2 Experimento *in vivo*

As sementes de tomate cultivar Santa Clara 5800, foram semeadas em bandejas com substrato à base de terra vegetal a fim de se obter as mudas necessárias para a instalação do experimento *in vivo*. Aos 25 dias após a semeadura, as mudas foram transplantadas para vasos contendo cinco litros de substrato, composto por solo e areia, na proporção de 2:1 (p:p), não esterilizado. Foram transplantadas três mudas por vaso. Aos 13 dias após o transplante, realizou-se o tutoramento das mudas e, aos 36 dias, o raleio (desbaste), deixando-se apenas uma planta por vaso.

Quando as plantas estavam no estado fenológico V4, iniciou-se a aplicação dos tratamentos (mesmos utilizados no experimento *in vitro*), na dosagem de 0,1 mL da dinamização correspondente de cada medicamento em 100 mL de água. As aplicações foram por pulverização, a cada três dias sendo realizadas quatro aplicações. A primeira aplicação foi realizada três dias antes da inoculação do fungo; a segunda no dia da inoculação; a terceira, três dias após a inoculação e a quarta, seis dias após a inoculação.

Para a inoculação do fitopatógeno, utilizou-se a metodologia descrita por Barros et al. (2015). Para tanto, cortou-se a quarta folha, deixando o pecíolo com 3 cm de comprimento em relação à axila e introduziu-se no mesmo uma ponteira de

micropipeta (200 μ L), contendo um disco de micélio de *S. sclerotiorum* com cinco dias de cultivo em BDA. Após a inoculação, as plantas foram mantidas em câmara úmida em sala climatizada (18 °C \pm 2 °C) com fotoperíodo de 12 horas. A câmara úmida foi mantida enquanto durou a avaliação do experimento.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 12 tratamentos e 5 repetições.

A severidade da doença foi avaliada por medições diárias do comprimento da lesão no pecíolo, durante 15 dias, quando ocorreu a morte da primeira planta controle, quantificando-se o número de plantas mortas por repetição e calculado a porcentagem de plantas mortas (PPM): $PPM = (NPM/NTP) \times 100$ onde PPM = Porcentagem de plantas mortas do tratamento em questão; NPM = Número de plantas mortas no tratamento; NPT = Número total de plantas no tratamento.

Com os dados de severidade foi calculado a área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD) (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

2.3 Análise estatística

Com os dados obtidos, foi realizada análise de variância e comparação das médias pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade de erro, com o auxílio do programa SISVAR, versão 5.6 (FERREIRA, 2008)

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os medicamentos gerados na repertorização, correlacionados aos sintomas anteriormente escolhidos pelo HomeoPro, são expressos de forma abreviada, seguido de suas pontuações na horizontal da linha. Em formato ilustrativo serão apresentadas apenas as primeiras 16 opções, dos 151 medicamentos homeopáticos gerados na repertorização deste trabalho (Tabela 2).

Sintomas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TSC	PT
Medicamentos	Pontuação individual													
sulph .(<i>Sulphur</i>)	4	1	4	2	1	-	4	3	2	-	1	2	10	24
phos .(<i>Phosphorus</i>)	4	3	3	1	3	-	4	2	-	-	1	1	9	22
graph (<i>Graphites</i>)	4	3	3	3	1	-	2	2	1	-	-	2	9	21
merc (<i>Mercurius solubilis</i>)	4	2	2	2	2	-	3	1	2	-	-	1	9	19
con (<i>Conium maculatum</i>)	4	1	3	1	1	-	2	1	-	-	3	1	9	17
staph (<i>Staphisagria</i>)	4	1	2	3	1	-	2	2	-	-	1	1	9	17
lyc (<i>Lycopodium clavatum</i>)	4	-	4	3	1	-	3	4	-	-	3	1	8	23
ars (<i>Arsenicum album</i>)	4	1	3	1	4	-	3	4	-	-	-	2	8	22
nit-ac (<i>Nitricum acidum</i>)	3	2	4	3	2	-	2	-	3	-	-	1	8	20

puls (<i>Pulsatilla pratensis</i>)	4	-	4	1	1	-	3	4	1	-	-	1	8	19
sep . (<i>Sepia officianlis</i>)	4	1	3	2	-	-	4	3	-	-	1	1	8	19
carb-v . (<i>Carbo vegetabilis</i>)	3	1	2	2	-	-	3	4	-	-	1	2	8	18
thuj .(<i>Thuya occidentalis</i>)	3	1	1	3	2	-	3	4	-	-	-	1	8	18
alum .(<i>Alumina</i>)	4	1	2	1	-	-	3	1	1	-	3	-	8	16
nux-v .(<i>Nux vomica</i>)	4	1	3	1	-	-	1	2	-	-	1	1	8	14
calc .(<i>Calcarea carbonica</i>)	4	-	4	3	2	-	4	3	-	-	-	2	7	22
TSC: Total de sintomas controlados pelo medicamento.														
PT: Pontuação total resultante da somatória da pontuação individual.														

Tabela 2. Relação de medicamentos da repertorização, baseados na Matéria Médica Homeopática, obtida através do programa computacional de Homeopatia HomeoPro, versão 9.1

Os medicamentos homeopáticos foram escolhidos de acordo com os resultados obtidos na repertorização, os quais foram analisados adotando-se o critério de avaliação, com base em três fatores básicos: pontuação individual, quantidade de sintomas controlados e pontuação total do medicamento. A pontuação individual pode variar entre 1 e 4 pontos, sendo 1 ponto atribuído ao medicamento considerado pouco expressivo no controle do sintoma e 4 pontos ao medicamento muito expressivo no controle do mesmo sintoma, sendo este o mais indicado.

Na avaliação de cada medicamento, a sequência das pontuações individuais deve seguir a mesma sequência dos sintomas, ou seja, a primeira pontuação corresponde à expressividade de controle do primeiro sintoma e assim sucessivamente, até avaliar a última pontuação, com o último sintoma. Também deve-se levar em consideração o total de sintomas controlados, assim como a pontuação total, resultante da somatória das pontuações individuais. De acordo com os resultados obtidos na repertorização e com o critério de avaliação adotado, os medicamentos escolhidos foram o *Sulphur* e o *Lycopodium clavatum* por serem considerados os mais expressivos no controle dos sintomas avaliados, quando comparados aos demais medicamentos.

3.1 Experimento *in vitro*

Os resultados do teste *in vitro* são apresentados na Tabela 3. Para a variável Área Abaixo da Curva de Crescimento Micelial (AACCM) de *S. sclerotiorum*, todos os tratamentos testados apresentaram potencial antimicrobiano quando comparados com água destilada, com destaque para *Sulphur* 48CH e *L. clavatum* 24CH, que reduziram a AACCM em 37%, respectivamente. Porém, quando comparados entre si, não houve diferença estatística entre os tratamentos corroborando com os resultados obtidos por Rissato et al. (2016), em que o medicamento homeopático *Sulphur* não

reduziu o crescimento micelial de *S. sclerotiorum*, ao contrário, aumentou a AACCM em 10,70% e 12,38%, nas dinamizações 24CH e 36CH, respectivamente.

Entretanto Toledo (2009) verificou que *Sulphur* 100CH inibiu o crescimento micelial de *Alternaria solani* em 16,97%, quando comparado com os controles (solução hidroalcoólica e água destilada) evidenciando a ação fungitóxica do *Sulphur* contra *A. solani*.

Com relação ao número de escleródios (NE) (Tabela 3), os tratamentos com *Sulphur* 7CH, *Sulphur* 36CH, *Sulphur* 48CH e *L. clavatum* 36CH, bem como a testemunha solução hidroalcoólica não diferiram estatisticamente da testemunha com água destilada, porém, apresentaram menor NE quando comparados aos demais tratamentos. Tais resultados corroboram com os obtidos por Rissato et al. (2016), em que os medicamentos, *Sulphur* 36 CH e 48 CH, reduziram em 100% o número de escleródios produzidos por *S. sclerotiorum*. Os mesmos autores constataram que a testemunha com solução hidroalcoólica ocasionou redução de 48,24% no NE, quando comparada à testemunha com água, o que indica haver um provável efeito do álcool sobre o patógeno. Por outro lado, os tratamentos *Sulphur* 12CH, 24CH, *L. clavatum* 6CH, 12CH, 24CH e 48CH, estimularam a produção de escleródios em 15%, 17%, 27% 25%, 17% e 32%, respectivamente, quando comparados com água. O estímulo na produção de escleródios (estrutura de resistência) pode ter ocorrido devido do patógeno (*S. sclerotiorum*) estar na ausência de plantas hospedeiras e/ou nas condições desfavoráveis (COOLEY-SMITH; COOK, 1971)

Medicamento	Dinamização (CH)	AACCM	NE
<i>Sulphur</i>	7	266,79 A	30,25 A
	12	256,18 A	36,75 B
	24	259,20 A	37,75 B
	36	312,70 A	29,50 A
	48	244,75 A	27,50 A
<i>L. clavatum</i>	6	273,74 A	43,00 B
	12	308,91 A	41,75 B
	24	244,12 A	37,75 B
	36	270,06 A	24,50 A
	48	295,24 A	46,50 B
Controle	Solução hidroalcoólica a 70%	290,01 A	27,50 A
	Água destilada	390,18 B	31,25 A
CV (%)		14,42	22,78

Tabela 3. Área Abaixo da Curva de Crescimento Micelial (AACCM) e Número de Escleródios (NE) de *Sclerotinia sclerotiorum* submetido a tratamentos com diferentes dinamizações das soluções homeopáticas *Sulphur* e *Lycopodium clavatum*

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott (p<0,05)

Entre os tratamentos *in vitro*, estatisticamente, tanto o medicamento *Sulphur* quanto o *L. clavatum*, em determinadas dinamizações, apresentaram efeito na redução da AACCM e no NE, sendo que o medicamento *Sulphur* 48CH mostrou-se mais expressivo apresentando redução nas duas variáveis analisadas, diferente dos demais tratamentos, os quais apresentaram variação no efeito.

3.2 Experimento *in vivo*

Os resultados do teste *in vivo* são apresentados na Tabela 4. Para a variável Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), os medicamentos homeopáticos *Sulphur* nas dinamizações 7CH, 12CH, 36CH e 48CH e *L. clavatum* nas dinamizações 6CH e 48CH, não diferiram, estatisticamente do tratamento controle com água destilada. Os tratamentos *Sulphur* 24CH, *L. clavatum* 12CH, *L. clavatum* 24CH e *L. clavatum* 36CH, bem como a solução hidroalcoólica a 70%, aumentaram a AACPD em 12%, 22%, 22%, 12% e 18%, respectivamente, quando comparados com água destilada.

Em trabalho realizado por Toledo, Stangarlin e Bonato (2015) na avaliação da severidade da pinta preta em tomateiro, foi observado que com o *Sulphur* não ocorreu diferença entre as dinamizações na 6ª folha da planta (tratada e inoculada). Porém, em 60CH, a severidade da doença na 7ª folha (não tratada e inoculada) foi 83,33% menor que na 6ª folha, demonstrando que ocorreu indução de resistência sistêmica. Ainda, os mesmos autores, verificaram que os medicamentos *Sulphur* 12CH e *Sulphur* 30CH foram capazes de reduzir a AACPD em 34,97% e 16,79%, respectivamente, quando comparadas à testemunha com água destilada.

Para a variável porcentagem de plantas mortas (PPM) (Tabela 4), os tratamentos com os medicamentos *Sulphur* 48CH e *L. clavatum* nas dinamizações 6CH e 48CH reduziram em 75% a PPM, quando comparados com a testemunha água destilada. Os tratamentos *Sulphur* nas dinamizações 7CH, 12CH, 24CH e 36CH e *L. clavatum* 12CH apresentaram redução de 25% na PPM. Já para os tratamentos *L. clavatum* 24CH e 36CH e solução hidroalcoólica a 70%, a PPM foi de 100%.

Novamente, o tratamento *Sulphur* 48CH, embora diferindo da testemunha com água destilada, manteve baixa AACPD e reduziu a PPM, mostrando efeito antifúngico nas duas variáveis analisadas. Entretanto, quando comparado os tratamentos entre si, *L. clavatum* 6CH e *L. clavatum* 48CH apresentaram a menor AACPD e PPM. Segundo Bonato (2009), quando se aplica o medicamento homeopático correto, tem-se o restabelecimento ou minimização dos efeitos maléficos ocasionados na energia vital pelos fatores bióticos e abióticos. Fato que comprova a importância da repertorização na escolha dos medicamentos homeopáticos adequados.

Medicamento	Dinamização (CH)	AACPD	PPM
<i>Sulphur</i>	7	148,72 A	75 B
	12	161,27 A	75 B
	24	177,47 B	75 B
	36	166,85 A	75 B
	48	147,65 A	25 A
<i>L. clavatum</i>	6	128,35 A	25 A
	12	199,92 B	75 B
	24	199,60 B	100 C
	36	178,05 B	100 C
	48	139,30 A	25 A
Controle	Solução hidroalcoólica a 70%	189,55 B	100 C
	Água destilada	155,37 A	100 C
CV (%)		18,41	0,00

Tabela 4. Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) mofo branco e Porcentagem de Plantas Mortas (PPM) de tomateiro, cultivar Santa Clara 5800, submetido a tratamentos com dinamizações das soluções homeopáticas *Sulphur* e *Lycopodium clavatum*

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott- Knott ($p < 0,05$)

Entre os tratamentos *in vitro* e *in vivo*, os medicamentos *Sulphur* 36CH, *Sulphur* 48CH, *L. clavatum* 6CH e *L. clavatum* 48CH apresentaram efeito antifúngico, sendo o *Sulphur* 48CH o mais expressivo.

Este efeito significativo da dinamização 48CH pode ser em razão de que os medicamentos homeopáticos são essencialmente energia, pois seguem as mesmas leis com relação aos parâmetros de ondas eletromagnéticas, como: frequência, comprimento e amplitude, ou seja, quanto maior o comprimento de onda, menor será a frequência e vice-versa (BONATO, 2009). Entretanto, sabe-se que as plantas podem responder de maneiras diferentes, ao mesmo medicamento, aplicado para determinada dinamização (SILVA et al., 2012).

Neste contexto, os medicamentos *Sulphur* e *L. clavatum*, se aplicados no tomateiro em outras dinamizações, podem manifestar diferentes expressividades no efeito antifúngico. Essa variação de resposta pode estar relacionada com a diferença de patogênese, produzida entre um medicamento e outro, principalmente, em relação às suas origens. Também, pode estar relacionada pela variação da frequência inerte à substância, que produz no organismo que o recebeu (BONATO, 2009).

No controle da pinta preta em vaso, por exemplo, com apenas uma aplicação não ocorreram efeitos significativos, porém, a partir do momento em que se efetuaram mais aplicações, houve maior controle da doença, indicando que as homeopatas reduziram a severidade da doença com o tempo (GARCIA et al., 2015).

Sendo assim, os resultados obtidos, indicam que o processo para a escolha das soluções ultradiluídas, por meio do método de repertorização, foi correta, embora as dinamizações 7CH, 12CH, 24CH para o medicamento *Sulphur* e 6CH, 12CH, 24CH e 36CH para *L. clavatum* não foram muito expressivas no controle da doença.

Tais resultados são similares aos obtidos em trabalho realizado por Rissato (2017), onde o medicamento *Sulphur* nas potências 6CH, 24CH e 36CH não foi adequado para o quadro patológico analisado, entretanto, *Sulphur* 36CH e *Sulphur* 48CH reduziram em 100% o número de escleródios produzidos por *S. sclerotiorum*. Toledo et al. (2015), ao avaliarem a ação dos medicamentos homeopáticos *Propolis*, *Sulphur* e *Ferrum sulphuricum* no controle de *A. solani* na cultura do tomate, observaram que o medicamento *Sulphur* 12CH 30CH, *Ferrum sulphuricum* 6CH, 12CH, 30CH e *Propolis* em todas as dinamizações reduziram a AACPD na ordem de 17% a 49%, contrariando o resultado obtido no presente trabalho, em se tratando do *Sulphur* e confirmando que o mesmo medicamento tem ação variável, a depender do patossistema em que está envolvido.

Considerando os resultados obtidos nas variáveis analisadas, conclui-se que os medicamentos *Sulphur* e *L. clavatum*, podem ser uma alternativa a ser integrada ao uso de fungicidas sintéticos, dentro do sistema convencional de cultivo de tomate, pois além de reduzir o custo de produção, diminui os danos ao meio ambiente. Ademais, possivelmente, o produto terá um intervalo maior de tempo para uma nova aplicação com fungicida químico para o controle do mofo, devido à redução da AACPD. Os resultados observados por alguns autores sugerem que o uso de utradiluições homeopáticas é uma abordagem potencial para uso na agricultura sustentável (CARNEIRO e TEIXEIRA, 2018). Sendo assim, os medicamentos homeopáticos *Sulphur* e *L. clavatum*, também podem ser uma alternativa a ser inserida no sistema agroecológico, pois além de acessível e de baixo custo, atende aos seus princípios de cultivo. Além disto, recomenda-se que, a aplicação dos medicamentos homeopáticos deva ser preventiva, de forma a induzir os mecanismos de resistência, além de se avaliar a frequência de aplicação (GARCIA et al., 2015).

4 | CONCLUSÕES

O processo de repertorização de sintomas da doença mofo branco em tomateiro utilizando o programa computacional HomeoPro, para a escolha dos medicamentos homeopáticos *Sulphur* e o *Licopodium clavatum*, foi rápido e fácil.

As soluções homeopáticas *Sulphur* 48CH, *L. clavatum* 6CH e 24CH reduziram o crescimento micelial de *Sclerotinia sclerotiorum* e o progresso da doença mofo branco em tomateiro.

O *Sulphur* 48CH foi a dinamização mais expressiva e com menor variação no

efeito de inibição da doença mofo branco em tomateiro.

AGRADECIMENTOS

A autora B. B. Rissato agradece ao CNPq pela bolsa de doutorado e a autora K. R. F. Schwan-Estrada agradece ao CNPq pela bolsa Pq

REFERÊNCIAS

BARROS, Daiane Cristina Martins et al. Biocontrol of *Sclerotinia sclerotiorum* and white mold of soybean using saprobic fungi from semi-arid areas of Northeastern Brazil. **Summa Phytopathologica**, [s.l.], v. 41, n. 4, p.251-255, dez. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0100-5405/2086>.

BONATO, Carlos Moacir. HOMEOPATIA NA AGRICULTURA. **I Encontro Brasileiro de Homeopatia na Agricultura**, Campo Grande, p.1-14, out. 2009.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley & Sons., 1990. 532 p.

CARNEIRO, Solange Monteiro de Toledo Piza Gomes; TEIXEIRA, Marcus Zulian. Homeopatia e controle de doenças de plantas e seus patógenos. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 17, n. 3, p.250-262, jul/set, 2018

COOLEY-SMITH, J.R.; COOK, R.C. Survival and germination of fungal sclerotia. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.9, p.65-92, 1971.

DELLAVALLE FILHO, Carlos R. **Saiba como combater o mofo branco**. 2016. Disponível em: <<https://canalrural.uol.com.br/programas/saiba-como-combater-mofo-branco-63846/>>. Acesso em: 12 set. 2016

DOSSA, Derli; FUCHS, Felipe. **Tomate: análise técnico-econômica e os principais indicadores da produção nos mercados mundial, brasileiro e paranaense**. Curitiba: SETI-CEASA, 2017. (3). Disponível em: <http://www.ceasa.pr.gov.br/arquivos/File/BOLETIM/Boletim_Tecnico_Tomate1.pdf>. Acesso em: 17 maio 2018.

Ferreira, Daniel Furtado. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.

FILGUEIRA, Fernando Antonio Reis. **Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2013. 421 p.

GARCIA, Riccely Ávila et al. Métodos de inoculação de *Sclerotinia sclerotiorum* para triagem de cultivares de soja resistentes ao mofo-branco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 50, n. 8, p.726-729, ago. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2015000800011>

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Em janeiro, IBGE prevê safra 6,0 % inferior à de 2017**. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2013-agencia-de-noticias/releases/19942-em-janeiro-ibge-preve-safra-6-0-inferior-a-de-2017.html>>. Acesso em: 09 abr. 2018.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. 2013. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201307_4.shtm>. Acesso em: 29 ago. 2018

LATHOUD, J.A. **Estudos de Matéria Medica Homeopática**. 3. ed. São Paulo: Editora Organon, 2017. 1191 p. Tradução por Heloísa Helena de Macedo.

MONTEIRO, Cristiane Schüller et al. QUALIDADE NUTRICIONAL E ANTIOXIDANTE DO TOMATE “TIPO ITALIANO”. **Revista Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 19, n. 1, p.25-31, jan./mar. 2008.

PIGNATI, Wanderlei Antonio et al. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, [s.l.], v. 22, n. 10, p.3281-3293, out. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1413-812320172210.17742017>.

RISSATO, Bruna Broti. **Atividade in vitro sobre *Sclerotinia sclerotiorum*, indução de mecanismos bioquímicos de defesa e controle de mofo branco em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) por soluções homeopáticas**. 2017. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon, 2017.

RISSATO, Bruna Broti et al. Homeopatia como método alternativo no controle de doenças em plantas. **Journal Of Agronomic Sciences**, Umuarama, v. 5, n.especial, p.92-105, 2016.

RISSATO, Bruna Broti et al. Atividade in vitro de medicamentos homeopáticos contra *Sclerotinia sclerotiorum*. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 15, n. 3, p.320-323, jul./set. 2016.

SILVA, Daniel Fernandes da et al. Medicamento homeopático *Sulphur* no crescimento de fisális. **Cultivando O Saber**, Cascavel, v. 5, n. 1, p.158-167, 2012

TOLEDO, Márcia Vargas. **Fungitoxidade contra *Alternaria solani*, controle da pinta preta e efeito sobre o crescimento de tomateiro (*Lycopersicum esculentum* Mill) por medicamentos homeopáticos**. 2009. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon, 2009.

TOLEDO, Márcia Vargas. **Genótipo de Tomateiro Infectados por Patógenos e Tratados com Medicamentos Homeopáticos: Severidade de Doenças e Aspectos Fisiológicos**. 2014. 106 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon, 2014.

TOLEDO, Márcia Vargas; STANGARLIN, José Renato; BONATO, Carlos Moacir. Controle da pinta preta e efeito sobre variáveis de crescimento em tomateiro por preparados homeopáticos. **Summa Phytopathologica**, [s.l.], v. 41, n. 2, p.126-132, jun. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0100-5405/1944>.

SOLUÇÕES ULTRA DILUÍDAS DE *Calcarea carbonica* E *Silicea terra* NA PREVENÇÃO DE *Cowpea aphid-born mosaic virus* EM MUDAS DE MARACUJAZEIRO AMARELO

Data de aceite: 22/01/2020

Beatriz Santos Meira

MSc., Programa de Pós-graduação em Agroecologia da Universidade Estadual de Maringá, UEM, e-mail: agrobia_20@hotmail.com

Antônio Jussê da Silva Solino

Prof. Dr. da Universidade de Rio Verde (UniRV), Depto Agronomia, e-mail: antoniosolino@univ. edu.br

Camila Rocco da Silva

MSc., Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá, UEM, e-mail: camila_rocco@hotmail.com

Juliana Santos Batista Oliveira

Dra em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá, UEM, e-mail: julianaglomer@hotmail. com

Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada

Prof^a. Dra, PROFAGROEC e PGA da Universidade Estadual de Maringá, UEM, Pq2 CNPq e-mail: krfsestrada@uem.br

RESUMO: A cultura do maracujá é suscetível a diversas doenças, entre estão as viroses, que promovem redução ou inviabilizam a produção. O objetivo deste trabalho foi verificar se aplicações homeopáticas de *Calcareo carbonica* e *Siliceo terra* na prevenção dos sintomas de *Cowpeo aphid-borne mosaic vírus* - CABMV em mudas de maracujazeiro. O experimento foi conduzido

na casa de vegetação em esquema fatorial 2 x 4 e um tratamento controle, com 5 repetições. Os tratamentos foram *C. carbônica* e *S. terra*, nas dinamizações 12 CH, 24 CH, 30 CH e 60 CH. Os parâmetros avaliados foram severidade da doença e quantificação da atividade específica de catalase, fenilalanina amônio-liase, peroxidase do guaiacol e polifenoloxidase. Os resultados foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey ($p>0,5$). A aplicação de dinamizações de *C. carbônica* não influenciou a severidade de CABMV. Já dinamização 60 CH de *S. terra* reduziu a severidade da doença. A aplicação das dinamizações de *C. carbonica* reduziram a atividade da catalase, entretanto, a dinamização 30 CH de *S. terra* reduziu desta. A atividade de peroxidase e polifenoloxidase não foram influenciadas ao aplicar as dinamizações de *C. carbonica* e *S. terra*. A atividade da fenilalanina amônia-liase foi reduzida ao aplicar a *C. carbônica* a 12 CH. A aplicação de *S. terra* influenciou a atividade da fenilalanina amônia-liase. O medicamento homeopático *S. terra* ativou as enzimas catalase, fenilalanina amônio-liase, peroxidase do guaiacol e polifenoloxidase e reduziu a severidade de CABMV

PALAVRAS-CHAVE: maracujá, homeopatia, catalase

SOLUTIONS ULTRA DILUTED LIMESTONE *Calcarea carbonica* E *Silicea terra* ON INDUCTION STRENGTH AND PREVENTION OF *Cowpea aphid-borne mosaic virus*, IN YELLOW PASSION FRUIT SEEDLINGS

ABSTRACT: The culture of passion fruit is susceptible to several diseases, among them are the viruses, which promote reduction or unviable the production. The objective of this work was to verify if homeopathic applications of *Calcarea carbonica* and *Silicea terra* in the prevention of symptoms of the *Cowpea aphid-borne mosaic virus* - CABMV in passion fruit seedlings. The experiment was conducted in the greenhouse in a 2 x 4 factorial scheme and a control treatment, with five replicates. The treatments were *C. carbonic* and *S. terra*, in dynamizations 12 CH, 24 CH, 30 CH and 60 CH. The parameters evaluated were disease severity and quantification of the specific activity of catalase, phenylalanine ammonia-lyase, guaiacol peroxidase and polyphenoloxidase. The results were submitted to analysis of variance and compared by the Tukey test ($p > 0.5$). The application of carbonic carbon dynamics did not influence the severity of CABMV. Already stimulating 60 CH of *S. terra* reduced the severity of the disease. The application of the dynamizations of *C. carbonica* reduced the activity of the catalase, however, the energization 30 CH of *S. terra* reduced from this. The activity of peroxidase and polyphenoloxidase were not influenced when applying the dynamics of *C. carbonica* and *S. terra*. The activity of phenylalanine ammonia-lyase was reduced by applying *C. carbonica* to 12 CH. The application of *S. terra* influenced the activity of phenylalanine ammonia-lyase. The homeopathic medicine *C. carbonica* and *S. terra* did not activate the enzymes catalase, phenylalanine ammonium lyase, peroxidase of guaiacol and polyphenoloxidase and did not promote control of CABMV.

KEYWORDS: passion fruit, homeopathy, catalase

1 | INTRODUÇÃO

O maracujazeiro é originário da América Tropical, com mais de 150 espécies nativas do Brasil (JUNIOR et al, 2000). A espécie mais cultivada no Brasil e no mundo são o maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*), cultura com longo período de safra, permitindo um fluxo equilibrado de renda mensal, sendo recomendado principalmente para agricultura familiar.

Segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016) o Brasil produziu de 703.489 mil toneladas de maracujá em uma área de 498.889 ha, com a média de 14,10 t ha⁻¹ em 2016. A produção total foi 23% menor que em 2011, ano de maior produção da fruta no país, reflexo negativo na área planta e do rendimento por área (IBGE, 2011). Dentre os principais problemas para alcançar o potencial produtivo da cultivares, que ficam em torno de 40 t ha⁻¹, esta ocorrência de pragas e doenças.

Os problemas fitossanitários estão associados à vários fitopatógenos (fungos,

bactérias, nematoides e vírus) que podem causar danos nas raízes, folhas e frutos. Os vírus patógenos relevante, pois uma vez introduzidos na cultura, medidas de controle economicamente viáveis têm sido ineficientes, devendo-se adotar medidas preventivas (JONES, 2006). Os vírus do gênero Potyvirus, como *Passion fruit woodiness virus* – PWV e principalmente *Cowpea aphid-borne mosaic virus* – CABMV que foram detectados e identificados que a maioria dos isolados descrito no Brasil (NASCIMENTO et al, 2004). O monitoramento de ser iniciado ainda na fase de produção de mudas, pois quanto mais cedo ocorrer a infecção maior será o prejuízo, inviabilizando futuras produções (FISCHER et al, 2005).

A infecção dos pomares pelo CABMV ocorre principalmente por meio da picada de prova de alguns afídeos, como o *Aphis gossypii* (DI PIERO et al., 2006; NASCIMENTO et al. 2006). Após a infecção as plantas sintomáticas podem apresentar sintomas de mosaico no limbo foliar, deformação de folhas, enrugamento e em casos mais severos espessamento do pericarpo e o endurecimento do fruto que afeta diretamente a comercialização (RODRIGUES et al. 2015; OLIVEIRA et al. 2013).

O manejo do CABMV é realizado por meio da formação de pomares com plântulas livres de vírus, erradicação de pomares antigos, cuidados na poda para prevenir a transmissão mecânica do vírus, controle de espécies hospedeira naturais do vírus, e eliminação de plantas com sintomas da doença (JONES, 2006; GLORIA et al. 2000). Assim pesquisas abordando outras práticas de controle e atenuação dos sintomas causados por vírus de plantas devem ser encorajadas.

A indução de resistência tem sido proposta como um método viável, pois envolve a ativação de mecanismos de defesa latentes existente na planta por indutores bióticos ou abióticos, sem qualquer alteração do genoma da planta, ocorrendo de maneira não-específica, por meio da ativação de genes que codificam para diversas respostas de defesa (CARVALHO, 2012; BARROS et al. 2010), podendo ser ativadas por agentes bióticos e/ou abióticos, como os medicamentos homeopáticos.

A homeopatia, dependente do medicamento e da dinamização correta, desencadeia a recuperação de plantas por meio de defesas naturais. A ciência homeopática está sendo usada eficientemente no controle de doenças de plantas (CARNEIRO et al. 2011; TOLEDO et al. 2011; CASALI et al. 2006). Toledo et al. (2015) a redução pinta preta do tomateiro ao aplicar medicamentos homeopáticos *Propolis*, *Sulphur* e *Ferrum sulphuricum* nas dinamizações 6, 12, 30 e 60CH. Oliveira et al. (2014) observaram a ativação de mecanismos de defesa, com incremento da atividade específica de catalase, peroxidase do guaiacol, polifenoloxidase, quitinases e β 3, 1- *glucanases* em feijoeiro tratado com dinamizações homeopáticas de *Corymbia citriodora*, *Calcarea carbonica*, *Silicea* e *Sulphur*.

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de soluções ultra diluídas de

Calcarea carbônica e *Silicea terra* no controle do *Cowpea aphid-borne mosaic* vírus (CABMV) em plântulas de maracujazeiro e também na ativação de mecanismo de defesa das plantas conduzidas em ambiente controlado.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá – UEM, no campus de Maringá-Pr.

Para isto utilizou-se mudas de maracujá da variedade IAC 275 adquiridas no viveiro Rymsza Reflorest no município de Cândido de Abreu que foram replantadas em vasos de polietileno nº 15, com substrato consistindo de mistura de terra, areia e adubo orgânico comercial (1:1:1/2; p:p:p).

O inóculo do vírus foi obtido por maceração de folhas de plantas sintomáticas de maracujazeiro, em um almofariz de porcelana com tampão fosfato de potássio 0,02 M, pH 7,0 acrescido de sulfito de sódio na mesma molaridade, na proporção de 1g de folha para 5 ml de solução (RABELO, 2002).

As matrizes de *C. carbonica* e *S. terra* foram adquiridas em farmácia homeopática especializada, na dinamização 3 CH (centesimal hahnemaniana). As diluições subsequentes (12 CH, 24 CH, 30 CH e 60 CH) necessárias para o experimento foram preparadas no laboratório de Homeopatia e Fisiologia Vegetal da Universidade de Maringá, de acordo com normas descritas no Manual de Normas Técnicas para a Farmácia Homeopática (ZIBETTI, 2009).

O ensaio foi conduzido em esquema fatorial 2 x 4 em delineamento inteiramente casualizado (DIC) e um tratamento adicional - testemunha (álcool de cereais a 70%), com 5 repetições. O fator A é representado pelos medicamentos *C. carbonica* e *S. terra* e fator B pelas dinamizações 12 CH, 24 CH, 30 CH e 60 CH. Cada parcela foi constituída por três vasos, contendo uma única planta.

Para a aplicação dos tratamentos utilizou-se borrifadores manuais, com capacidade para 500 mL e estes foram lavados com água e detergente neutro, entre cada aplicação para que não houvesse interferência entre os medicamentos. Os medicamentos foram utilizados na concentração de 1 mL L⁻¹ de água (BONATO, 2014) e a aplicação foi feita em toda a parte aérea da planta, até o ponto de escoamento superficial, utilizando volume de calda inicial de 15 mL planta¹, totalizando 6 aplicações.

A inoculação do CABMV foi realizada 24 horas após a última aplicação dos tratamentos nas folhas do terço médio. Para a inoculação, aplicou-se carborundum na superfície das folhas e, posteriormente, a inoculação foi realizada friccionando a solução do inóculo na superfície da folha. Em seguida, as folhas foram lavadas para retirar o excesso de carborundum e do inóculo. As plantas permaneceram em

ambiente de casa de vegetação.

A avaliação da severidade da doença iniciou-se aos sete dias após a inoculação, onde foram atribuídas notas, de acordo com a presença de sintomas na planta analisada pela escala adaptada de Novaes e Rezende (1999). As notas foram de 0 a 3, onde a nota 0 foi atribuída às plantas que não apresentaram nenhum sintoma do vírus na planta; a nota 1 para plantas com sintomas de mosaico fraco, sem folhas deformadas e com bom desenvolvimento; a nota 2 para sintomas intermediários de mosaico e pouca deformação foliar e a nota 3 para aquelas apresentando sintomas severos do mosaico, deformações foliares intensas e desenvolvimento reduzido. As avaliações foram realizadas durante 28 dias.

Para avaliar a ativação das enzimas peroxidase, catalase, polifenoloxidase e fenilalanina amônio-liase que podem estar envolvidas na defesa da planta, 24 horas após última aplicação e antes da inoculação, foram coletadas folhas do terço médio da planta, para a realização das análises enzimáticas. As folhas coletadas foram imediatamente acondicionadas em envelopes de papel alumínio, em caixas contendo gelo, transportadas ao laboratório de Controle Alternativo e Indução de Resistência, sendo imediatamente congeladas a -20 °C.

O extrato enzimático foi obtido por meio da maceração destas folhas com N₂ líquido e homogeneizado mecanicamente em 4 mL de tampão fosfato de potássio 50mM (pH 7,0) contendo 0,1 mM EDTA e 1% (p/p) de PVP (polivinil-pirrolidona), em almofariz. O homogenato foi centrifugado a 15.000 g durante 30 min a 4 °C, sendo o sobrenadante obtido considerado como extrato enzimático. Este extrato enzimático foi utilizado para determinação o conteúdo proteico, a atividade de peroxidase de guaiacol, polifenoloxidase, catalase e fenilalanina amônia liase.

Para a determinação do conteúdo proteico utilizou-se o método de Bradford (1976), onde para cada 50 µL do sobrenadante foi adicionado, sob agitação, 2,5 mL do reagente de Bradford. Após 5 min foi efetuada a leitura da absorbância a 595 nm em espectrofotômetro. A concentração de proteínas, expressa em mg por mL de amostra (mg proteína mL⁻¹), foi determinada utilizando-se curva-padrão de concentrações de albumina de soro bovino (ASB) de 0 a 0,5 mg mL⁻¹.

A atividade da catalase foi quantificada pelo método de Goth (1991), modificado por Tomankova et al. (2006). O extrato enzimático (0,1 mL) foi incubado em 0,5 mL de mistura de reação contendo 60 mM de peróxido de hidrogênio em tampão fosfato de potássio 60 mM em pH 7,4 a 38 °C. Após 4 minutos foi adicionado 0,5 mL de molibdato de amônio a 32,4 mM para paralisar a reação. Foi preparado um branco para cada amostra através da adição de molibdato de amônio a mistura de reação, omitindo o período de incubação. O complexo amarelo de molibdato e peróxido de hidrogênio foi medido utilizando o método espectrofotométrico direto no comprimento de onda 405 nm. A diferença entre a absorbância do branco e a amostra incubada indicou

a quantidade de peróxido de hidrogênio utilizado pela enzima. A concentração de H_2O_2 , foi determinada utilizando-se o coeficiente de extinção $\epsilon = 0,0655 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ e o resultado expresso em $\mu\text{mol min}^{-1} \text{ mg}^{-1}$ proteína.

A atividade de fenilalanina amônio-liase foi determinada pela quantificação colorimétrica do ácido trans-cinâmico liberado do substrato fenilalanina (UMESHA, 2006), sendo a mesma avaliada segundo a metodologia descrita por Kuhn (2007). A mistura da reação, incubada a 40°C por 2 horas e contendo 100 mL do extrato enzimático, 400 μL do tampão Tris HCl 25 mM (pH 8,8) e 500 μL de L-fenilalanina (50 mM em tampão Tris HCl 25 mM, pH 8,8). A reação será paralisada com 60 μL de HCl 5 mM. A absorbância das amostras será determinada a 290 nm, contra tampão de extração, sendo subtraído de cada amostra o valor do controle. As leituras de absorbância serão plotadas em curva padrão para o ácido trans-cinâmico, e a atividade enzimática expressa em μg de ácido trans-cinâmico $\text{h}^{-1} \text{ mg}^{-1}$ de proteína.

A atividade da peroxidase foi determinada a 30°C , utilizando o método espectrofotométrico direto, pela medida da conversão do guaiacol em tetraguaiacol em 470 nm (LUSSO e PASCHOLATI, 1999). A mistura consistiu de 0,20 mL do extrato enzimático e 2,8 mL de solução com 250 μL de guaiacol e 306 μL de peróxido de hidrogênio em 100 mL de tampão fosfato 0,01M (pH 6,0). A atividade foi analisada por 2 minutos e a determinação efetiva dada pela diferença entre a leitura aos 90 segundos e a leitura aos 30 segundos. Os resultados foram expressos em absorbância $\text{min}^{-1} \mu\text{mg}^{-1}$ de proteína.

A atividade da polifenoloxidase foi determinada usando-se a metodologia de Duangmal e Apenten (1999). Ao substrato (catecol, na concentração de 20 mM, dissolvido em tampão fosfato de potássio 100 mM em pH 6,8) mantido em banho maria a temperatura de 30°C , adicionou-se 100 μL em uma cubeta + 900 μL de extrato enzimático, realizando a leituras imediatamente em espectrofotômetro, a 420 nm. As leituras foram realizadas de forma direta por um período de 2 minutos. A diferença entre a leitura do primeiro minuto e a leitura inicial foi utilizada para a determinação da atividade. Os resultados foram expressos em absorbância $\text{min}^{-1} \text{ mg}^{-1}$ de proteína.

Os resultados obtidos foram submetidos ao teste de homogeneidade dados pelo teste de Shapiro-wilk. Atendido os pressupostos de homogeneidade dos dados, estes foram submetidos à análise de variância e comparadas as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A severidade CABMV em plântulas de maracujazeiro não foi influenciada em função das aplicações de dinamizações de *C. carbonica*, não diferindo da testemunha

(Figura 1). Ao tratar plântulas de maracujazeiro com homeopatia de *S. terra* e avaliar a severidade do CABMV observou-se que a aplicação da dinamização 60 CH reduziu em 22% a área de abaixo da curva de progresso da doença quando comparado ao tratamento com álcool 70%, porém não diferiu dos tratamentos 24 CH e 30 CH (Figura 1).

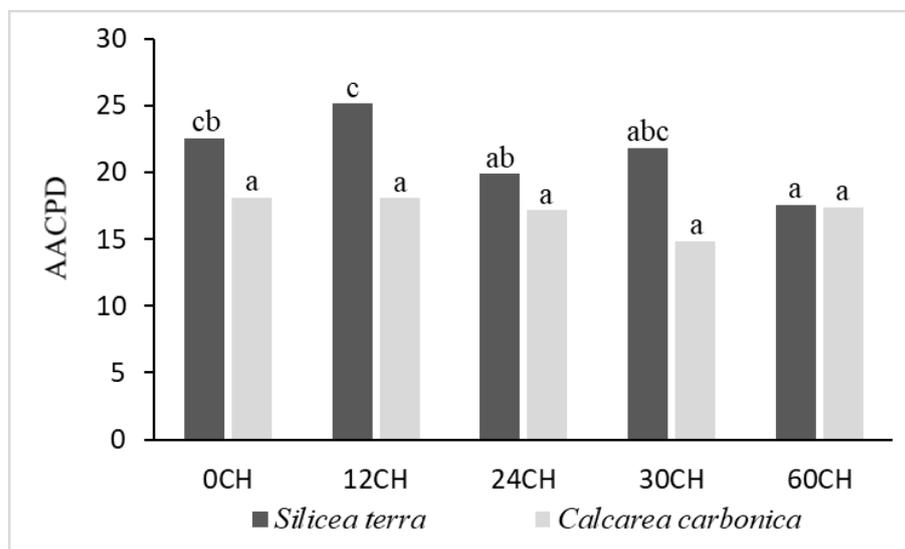


Figura 1. Severidade de *Cowpea aphid born mosaic virus* em função da aplicação de dinamizações de *Calcarea carbonica* e *Silicea terra* em plântulas de maracujazeiro. CV. 14% e 11%, respectivamente.

0CH = solução hidroalcoólica a 1%. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Fonte: próprio autor (2018).

Diversos resultados de controle de doenças de plantas em função da utilização de dinamizações homeopáticas estão descritos na revisão de literatura de Carneiro et al. (2011). Oliveira et al. (2014), por exemplo, constatou que a aplicação de *S. terra* na cultura do feijoeiro nas dinâmizações 12, 24 e 30 CH foram capazes de conter o crescimento micelial e esporulação do fungo *Pseudocercospora griseola in vitro*. Zibetti (2009), através de estudo com *Própolis* e *Cuprum metallicum* observou que estes medicamentos são potenciais para o controle de *Xanthomonas campestris pv. passiflorae* em maracujazeiro amarelo.

Na Figura 2, para a atividade específica das enzimas, pode-se observar que a aplicação das dinâmizações de *C. carbonica* reduziram a atividade específica da catalase comparado ao tratamento controle, álcool 70% (Figura 2A). Ao aplicar as dinâmizações de *S. terra* em plântulas de maracujá nota-se redução da atividade da enzima para a dinamização 30 CH, quando comparado ao controle (Figura 2B).

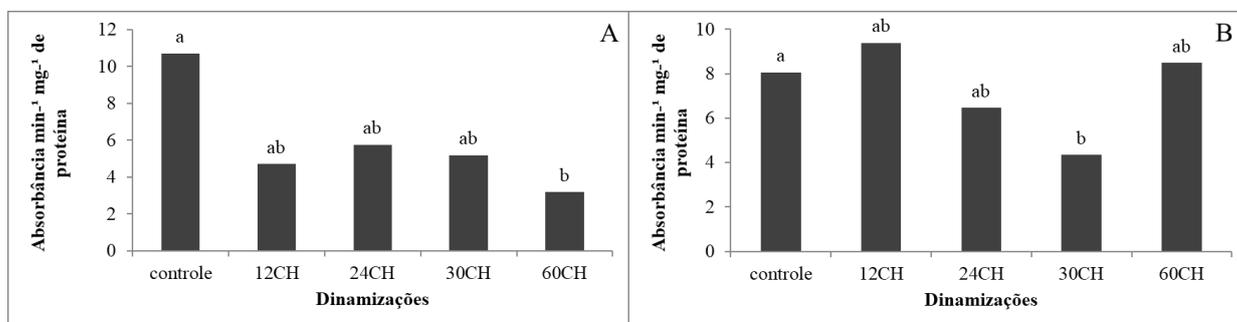


Figura 2. Atividade específica de catalase em plântulas de maracujazeiro em função das aplicações das dinamizações de *Calcaree carbonica* (A) e *Silicea terra* (B). CV. 31% e 23%, respectivamente.

Controle = solução hidroalcoólica a 1%.

Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Fonte: próprio autor (2018).

A atividade de peroxidase de guaiacol não foi influenciada pelas dinamizações 12 CH, 24 CH, 30 CH e 60 CH de *C. carbonica* e *S. terra*, quando comparada ao controle (Figura 3A e 3B). A catalase e a peroxidase estão envolvidas na reação de dismutação de peróxido de hidrogênio em água e oxigênio, reduzindo, dessa forma, o excesso de espécies reativas de oxigênio (ERO's) durante o estresse oxidativo causado pela patógeno ou pelo agente elicitador (BHATT e TRIPATHI, 2011). Em reações incompatíveis de plantas a vírus a geração de ERO'S pode desempenhar papel importante na resistência a vírus, acumulando nos locais de infecção, ativando a morte celular localizada e para indução de genes de defesa em células adjacentes (LEVINE et al. 1994; MEHDY, 1994). Assim, ao aplicar as dinamizações de *C. carbonica* e *S. terra* não houve incremento da atividade desta enzima indicando que os tratamentos não ativaram a explosão oxidativa ao entrar em contato com a planta e portanto não teve participação na redução dos sintomas observado nas plantas tratadas com *S. terra* na dinamização 60 CH.

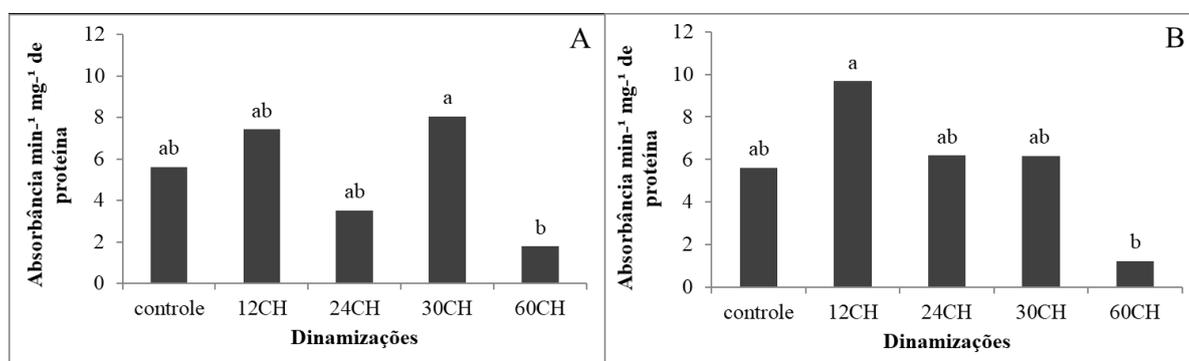


Figura 3. Atividade específica de peroxidase do guaiacol de plântulas de maracujazeiro em função das aplicações das dinamizações de *Calcaree carbonica* (A) e *Silicea terra* (B). CV. 39 % e 35%, respectivamente

Controle = solução hidroalcoólica a 1%.

Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Fonte: próprio autor (2018).

A atividade de polifenoloxidase não foi influenciada pelas dinamizações 12 CH, 24 CH, 30 CH e 60 CH de *C. carbonica* e *S. terra*, quando comparada ao controle (Figura 4A e 4B). A polifenoloxidase atua na proteção de planta contra fitopatógenos (CONSTABEL e BARBEHENN, 2008). Estas enzimas catalisam a oxidação de hidroxifenóis em derivado de quinona e fenóis, que atuam contra patógenos por meio da formação de barreira física e química (CHUNHUA et al. 2001; JIANG e MILES, 1993). A presença de compostos fenólicos e da atividade a polifenoloxidase tem sido relatada como fonte de resistência de planta a vírus, de forma que plantas suscetíveis apresentam menor atividade e/ou acúmulo destas moléculas (CHATTERJEE e GHOSH, 2008). A não ativação da enzima polifenoloxidase pelos aplicação das dinamizações de *C. carbonica* e *S. terra* pode explicar porque não houve o controle do CABMV.

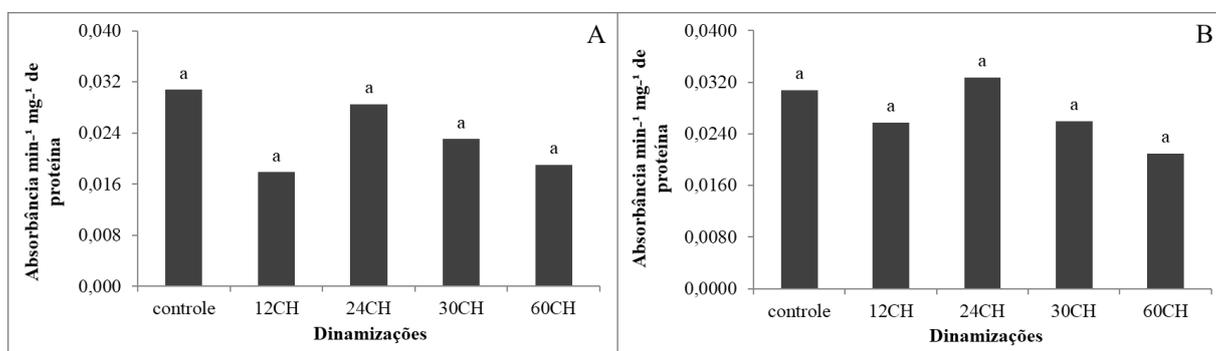


Figura 4. Atividade específica de polifenoloxidase de plântulas de maracujazeiro em função das aplicações das dinamizações de *Calcareo carbonica* (A) e *Silicea terra* (B). CV. 28% e 28%, respectivamente.

Controle = solução hidroalcoólica a 1%.

Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Fonte: próprio autor (2018).

A atividade específica da fenilalanina amônia-liase foi reduzida ao aplicar as dinamizações 12 CH e as demais dinamizações não diferiram do controle em função da das aplicações de *C. carbonica* e as demais dinamizações não diferiram do controle (Figura 5A). Ao ser aplicado as dinamizações de *S. terra* em plântulas de maracujá foi se observou diferença entre tratamento quanto a atividade específica da fenilalanina amônia-liase (Figura 5B). A produção de um sinal móvel por folhas inoculadas foi seguida por um aumento transitório na atividade da fenilalanina amônia-liase, que atua como mecanismo de resistência de planta a patógenos e precursora da síntese de ácido salicílico, que possui papel fundamental no controle de vírus na planta e pode ser correlatado como precursor da resistência sistêmica adquirida (SMITH-BECKER et al. 1998; MAUCH-MANI e SLUSARENKO, 1996; SMIRNOV et al. 1997).

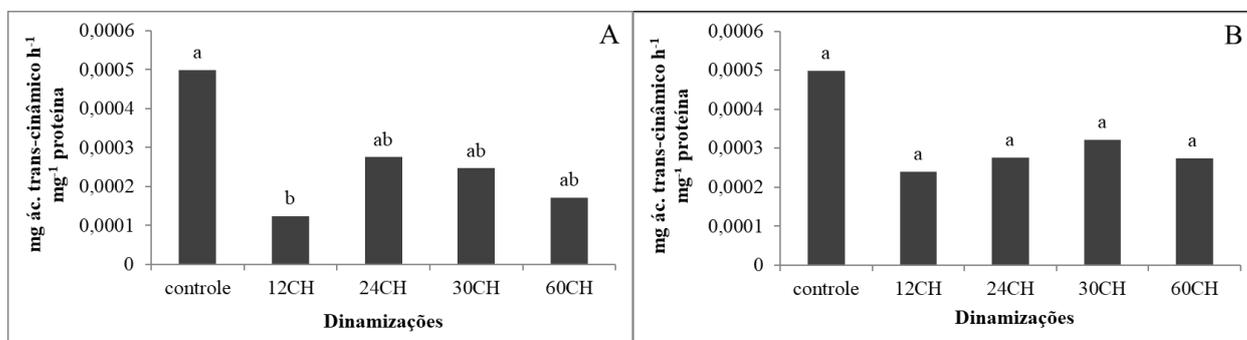


Figura 5. Atividade específica de fenilalanina amônia-liase de plântulas de maracujazeiro em função das aplicações das dinamizações de *Calcearea carbonica* (A) e *Silicea terra* (B). CV. 38% e 41%, respectivamente.

Controle = solução hidroalcoólica a 1%.

Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Fonte: próprio autor (2018).

A redução dos sintomas da doença ao utilizar a dinamização 60CH da *S. terra* pode estar associada a outra mudança fisiológica e bioquímica, que ao aumento da atividade específica das enzimas catalase, peroxidase do guaiacol, polifenoloxidase e fenilalanina amônia-liase. Wang e Fan (2014), verificaram que aplicação de eugenol (4-allyl-2-methoxyphenol) em plantas de tomate reduziu significativamente a severidade do enrolamento amarelo das folhas do tomateiro (*Tomato yellow leaf curl vírus* - TYLCV), induziu o acúmulo de H₂O₂, aumentaram atividades de peroxidase, polifenoloxidase e fenilalanina amônia-liase. Diferentemente deste trabalho que não foi observado aumentos da atividade de catalase, peroxidase, polifenoloxidase e fenilalanina amônia-liase ao aplicar as dinamizações dos medicamentos homeopáticos *C. carbonica* e *S. terra*.

4 | CONCLUSÃO

O medicamento homeopático *C. carbonica* nas dinamizações 12 CH, 24 CH, 30 CH e 60 CH não reduziram a severidade do vírus CABMV em maracujazeiro amarelo.

A aplicação de *S. terra* na dinamização 60 CH reduziu a severidade do vírus CABMV em maracujazeiro amarelo e nas demais dinamizações aumentaram a atividade da catalase, peroxidase do guaiacol, polifenoloxidase e fenilalanina amônia-liase.

REFERÊNCIAS

BARROS, F. C.; SAGATA, E.; FERREIRA, L. C. de C.; JULIATTI, F. C. Indução de resistência em plantas contra fitopatógenos. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 26, n. 2, p. 231-239, 2010.

- BHATT, I.; TRIPATHI, B. N. Plant peroxiredoxins: catalytic mechanisms, functional significance and future perspectives. **Biotechnology Advances**, Shanghai, v.29, n. 6, p.850-859, 2011.
- BONATO, C. M.; **Homeopatia Simples: Alternativa para a agricultura familiar**. Marechal Candido Rondon. Gráfica Escala, 4ª ed. 2014. 50 p.
- CARNEIRO, S. M. de T. P. G.; OLIVEIRA, B. G. de; FERREIRA, I. F. Efeito de medicamentos homeopáticos, isoterápicos e substâncias em altas diluições em plantas: revisão bibliográfica. **Revista de Homeopatia**, São Paulo, v. 74, n. 1/2, p. 9-32, 2011.
- CARVALHO, N. L. Resistência genética induzida em plantas cultivadas. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. Santa Maria, v. 7, n. 7, p. 1379-1390, 2012.
- CASALI, V. W. D.; CASTRO, D. M.; ANDRADE, F. M. C.; LISBOA, S. P. **Homeopatia bases e princípios**. Viçosa: DFT:UFV, 2006. 150 p.
- CHATTERJEE, A.; GHOSH, S. K. Alterations in biochemical components in mesta plants infected with yellow vein mosaic disease. **Brazilian Journal Plant Physiology**, Londrina, v. 20 n. 4, 2008.
- CHUNHUA, S.; YA, D.; BINGLE, X.; XIAO, L.; YONSHU, X.; QINGUANG, L. The purification and spectral properties of PPO I from *Nicotianan tabacum*. **Plant Molecular Biology**. Aarhus, v. 19, p. 301–314, 2001.
- CONSTABEL, C. P.; BARBEHENN, R. Defensive Roles of Polyphenol Oxidase in Plants. In: SCHALLER, A. ed. **Induced Plant Resistance to Herbivory**. Netherlands: Springer, 2008. P. 253-269.
- DI PIERO, R. M.; REZENDE, J. A. M. M.; YUKI, V. A.; PASCHOLATI, S. F.; DELFINO, M. A. Transmissão do Passion Fruit Woodiness Vírus por *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera: Aphididae) e colonização do maracujazeiro pelo vetor. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 139-140, 2006.
- DUANGMAL, K.; APENTEN, R. K. OWUSU. A comparative study of polyphenoloxidases from taro (*Colocasia esculenta*) and potato (*Solanum tuberosum* var. Romano). **Food Chemistry**, Brussels, v. 64, n. 3, p. 351-359, 1999.
- FISCHER, I. H.; KIMATI, H.; REZENDE, J. A. M. Doenças do Maracujazeiro (*Passiflora* spp.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de Fitopatologia: Doenças de plantas cultivadas**. São Paulo, SP: Editora Agronômica Ceres, v. 2, 4ª ed., 2005. p. 467-474.
- GLORIA, R.; BOSQUÊ, G.G.; REZENDE, J.A.M.; AMORIM, L.; KITAJIMA, E.W. Incidência de viroses de maracujazeiro na Alta Paulista – SP, e danos causados pelo “*Passion fruit woodiness* vírus”. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 182-189, 2000.
- GOTH, L. A simple method for determination of serum catalase activity and revision of reference range. **Clínica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 196, n. 2-3, p. 143-151, 1991.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 38, 2011. p.1-97.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 43, 2016. p.1-62.
- JIANG, Y. AND MILES, P. W. Generation of H₂O₂ during enzymatic oxidation of catechin. **Phytochemistry**, Johnson, v. 33, p. 29–34, 1993.

JONES, R. A. C. Control of plant virus disease. **Advances In Virus Research**, Galveston, v. 67, n. 1, p. 205-244, 2006.

JUNIOR, F. L. C.; ESTANISLAU, M. L. L.; PAIVA, B. M. Aspectos econômicos da cultura do maracujá. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 206, P 5-9. 2000.

KUHN, O. J. **Indução de resistência em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) por acibenzolar-S-metil e *Bacillus cereus*: aspectos fisiológicos, bioquímicos e parâmetros de crescimento e produção**. 2007, 140 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

LEVINE, A. R.; TENHAKEN, R.; DIXON, C. LAMB, H. H₂O₂ from the oxidative burst orchestrates the plant hypersensitive disease resistance response. **Cell**, Shanghai, v. 68, p. 472-482, 1994.

LUSSO, M. F. G.; S. F. PASCHOLATI. Activity and isoenzymatic pattern of soluble peroxidases in maize tissues after mechanical injury or fungal inoculation. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 25, n. 3, p. 244-249, 1999.

MAUCH-MANI, B.; SLUSARENKO, A. Production of salicylic acid precursors is a major function of phenylalanine ammonia lyase in the resistance of *Arabidopsis* to *Peronospora parasitica*. **The Plant Cell**, Berkely, v. 8, n. 2, p. 203–212, 1996.

MEHDY, M. C. Active oxygen species in plant defense against pathogens. **Plant Physiology**, Gainesville, v. 94, n. 1, p. 356-361, 1994.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, 2011.

NASCIMENTO, A.V. S.; SANTANA, E. N.; BRAZ, A. S. K.; ALFENAS, P. F.; PIO-RIBEIRO, G.; ANDRADE, G. P.; CARVALHO, M. G.; ZERBINI, F. M. *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) is widespread in passion fruit in Brazil and causes passion fruit woodiness disease. **Archives of Virology**, Wien, v. 151, n. 9, p. 1797-1809, 2006.

NASCIMENTO, A.V.S.; SOUZA, A. R. R.; ALFENAS, P. F.; ANDRADE, G. P.; CARVALHO, M. G.; PIO-RIBEIRO, G.; ZERBINI, M. **Análise filogenética do Potyvirus causando endurecimento dos frutos do maracujazeiro no nordeste do Brasil**. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 29, n. 4, p.378-383, 2004.

NOVAES, Q. S.; REZENDE, J. A. M. Possível aplicação do DAS-ELISA indireto na seleção de maracujazeiro tolerante ao “*Passion fruit woodiness virus*”. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 76-79, 1999.

OLIVEIRA, J. S. B.; MAIA, A. J.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; BONATO, C. M.; CARNEIRO, S. M. T. P. Z.; PICOLI, M. H. S. Activation of biochemical defense mechanisms in bean plants for homeopathic preparations. **African Journal of Agricultural Research**, South African, v. 9, n. 11, p. 971-981, 2014.

OLIVEIRA, E. J. de; SOARES, T. L.; BARBOSA, C. de J.; SANTOS-FILHO H. P.; JESUS, O. N. de. Severidade de doenças em maracujazeiro para identificação de fontes de resistência em condições de campo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 35, n. 2, p. 485-492, 2013.

RABELO, L. C.; **Seleção de estirpe fraca do *Zucchini yellow mosaic* vírus (ZYMV) e controle dos mosaicos comum (*Papaya ringspot* vírus) e amarelo (ZYMV) por dupla premunização em abobrinha-de-moita**. 2002. Dissertação (mestrado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

RODRIGUES, L. K.; SILVA, L. A.; GARCÊZ, R. M.; CHAVES, A. L. R.; DUARTE, L. M. L.; GIAMPANI, J. S.; COLARICCIO, A.; HAKAKAVA, R. EIRAS, M. Phylogeny and recombination analysis of Brazilian

yellow passion fruit isolates of *Cowpea aphid-borne mosaic virus*: origin and relationship with hosts. **Australasian Plant Pathology**, Glen, v. 44, n. 1, p. 31-41, 2015.

SMIRNOV, S.; SHULAEV, V.; TUME, N. E. Expression of pokeweed antiviral protein in transgenic plants induces virus resistance in grafted wild-type plants independently of salicylic acid accumulation and pathogenesis-related protein synthesis. **Plant Physiology**, Gainesville, v. 114, n. 3, p. 1113-1121, 1997.

SMITH-BECKER, J.; MAROIS, E.; HUGUET, E. J.; MIDLAND, S. L.; SIMS, J.S J.; KEEN, N. T. Accumulation of Salicylic Acid and 4-Hydroxybenzoic Acid in Phloem Fluids of Cucumber during Systemic Acquired Resistance Is Preceded by a Transient Increase in Phenylalanine Ammonia-Lyase Activity in Petioles and Stems. **Plant Physiology**, Gainesville, v. 116, n. 1, p. 231-238, 1998.

TOLEDO, M. V.; STANGARLIN, J. R.; BONATO, C. M. Homeopathy for the control of plant pathogens. **Science against microbial pathogens**: communicating current research and technological advances, Badajoz, v. 1, n. 1, p. 1063-1067, 2011.

TOLEDO, M. V.; STANGARLIN, J. R.; BONATO, C. M. Controle da pinta preta e efeito sobre variáveis de crescimento em tomateiro por preparados homeopáticos. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 41, n. 2, p. 126-132, 2015.

TOMÁNKOVÁ, K.; et al. Biochemical aspects of reactive oxygen species formation in the interaction between *Lycopersicon* spp. and *Oidium neolycopersici*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 68, n. 1, p. 22-32, 2006.

UMESHA, S. Phenylalanine ammonia lyase activity in tomato seedlings and its relationship to bacterial canker disease resistance. **Phytoparasitica, Bet Dagan**, v. 34, n. 1, p. 68-71, 2006.

ZIBETTI, A. N.; MOREIRA, F. C.; FILHO, B. A. A.; BONATO, C. M. Efeito de Medicamentos Homeopáticos em Maracujazeiro (*Passiflora* sp) infectado por *Xanthomonas campestris* pv. *Passiflorae*. In: V Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar, EPCC, 5., 2009., Maringá. **Anais...** Maringá: CESUMAR – Centro Universitário de Maringá, 2009. p. 106-1067.

WANG, C.; FANA, Y. Eugenol enhances the resistance of tomato against tomato yellow leaf curl virus. **Journal Science Food Agriculture**. New York, v. 94, n. 1, p. 677-682, 2014.

PROCESSO DE REGULARIZAÇÃO DA PRODUÇÃO AVÍCOLA CAIPIRA EM ASSOCIAÇÃO DE PRODUTORES AGROECOLÓGICOS DO NORTE CENTRAL PARANAENSE

Data de aceite: 22/01/2020

Eric Waltz Vieira Messias

Mestrado Profissional em Agroecologia da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

E-mail para contato: waltz.vet@gmail.com

Alessandra Aparecida Silva

Mestrado Profissional em Agroecologia da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Lucimar Pontara Peres

Mestrado Profissional em Agroecologia da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

RESUMO: A avicultura brasileira está entre as mais desenvolvidas do mundo. Para alcançar esse status, muito trabalho técnico-científico foi desenvolvido, visando o estabelecimento de regras e legislações capazes de suportar o comércio nacional e internacional de produtos avícolas. As aves caipiras se inserem neste contexto no mercado interno, produzindo carne e ovos que tem grande demanda social e apelo culinário, mas o mercado não tem sido abastecido com oferta legalizada suficiente destes produtos. Pequenas propriedades rurais vêm desenvolvendo a atividade avícola comercial irregularmente, sem atendimento à base legal, o que limita o sucesso da atividade. Este trabalho propôs conhecer os pontos críticos da produção, assim como iniciar o processo de

regularização de uma associação de produtores agroecológicos do norte paranaense. Para isso, foi utilizada a metodologia de pesquisa de campo exploratória descritiva, com observação sistemática e participante, por meio de formulários semiestruturados aplicados em 15 núcleos de produção avícola caipira familiar. A partir destes resultados, foram tomadas medidas de educação sanitária para reversão deste quadro geral de informalidade da associação. Ao final do ciclo de um ano de trabalho alcançou-se 77,33% de conformidades dos parâmetros legais em todos os núcleos avícolas, sendo que 08 núcleos (53 %) foram considerados aptos à submissão ao processo de certidão de registro avícola comercial, junto ao serviço de defesa agropecuária paranaense. Observou-se uma correlação significativa ($P < 0,05\%$) favorável entre a aptidão ao padrão legal dos núcleos avícolas e as variáveis de dependência financeira do produtor, assim como o tempo em que o produtor desenvolve a avicultura. Os formulários, aliados às ações de educação sanitária e ao conhecimento da realidade produtiva, demonstraram-se ferramentas eficientes para atendimento aos requisitos legais.

PALAVRAS-CHAVE: Avicultura; Educação Sanitária; Informalidade; Sanidade Avícola.

REGULARIZATION PROCESS OF FREE-RANGE POULTRY PRODUCTION IN THE NORTH CENTRAL PARANAENSE AGROECOLOGICAL PRODUCERS ASSOCIATION

ABSTRACT: The Brazilian poultry production is among the most developed of the world. To reach such status it was necessary to develop scientific and technical work to support the necessary regulations for the national and international market of poultry products. In Brazil, free-range poultry are included in this context, producing meat and eggs that have great social demand and culinary appeal, but are short in legalized suppliers for these products. Small rural properties have been developing the commercial poultry activity irregularly, without attendance to the legal base, which limits the success of the activity. The work proposed to know the critical points of the production, as well as to begin the process of regularization in an association of agroecological producers of the northwest of Paraná. For this, it was used the descriptive exploratory field research methodology, with systematic and participant observation, through semi-structured forms applied in 15 nucleus of poultry family production. Based on these results, health education measures were taken to reverse this general informality in the association, where at the end of the one-year work cycle, 77.33% of the legal parameters were reached in all poultry nucleus, being that 08 nucleus (53%) were considered fit to submit to the commercial poultry registration certificate process, together with the Paraná agricultural defense service. There was a significant ($P < 0.05\%$) favorable correlation between the suitability to the legal standard of the poultry cores and the variables of financial dependence of the producer, as well as the time that the producer develops the aviculture. The forms, allied to the actions of sanitary education and knowledge of the productive reality, have demonstrated to be efficient tools to meet the legal requirements.

KEYWORDS: Poultry Production; Informality; Health Education; Poultry Health.

1 | INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, consumidores têm buscado cada vez mais inserir em suas dietas alimentos produzidos de acordo com regras de segurança alimentar, segundo normas de criação que garantam o bem-estar animal, o que resulta na necessidade de produto final com características diferenciadas (MOORI et al., 2007; DEMATTÊ FILHO, 2014; ASSI, 2016; DEMATTÊ FILHO e PEREIRA, 2017). Nesta mesma linha de pensamento, encontramos a produção alternativa de frangos de corte e de galinhas de postura que visa fornecer condições para a expressão do comportamento natural da ave, chamados de acordo com a região geográfica brasileira de “caipira” (denominação na Região Sudeste), “colonial” (Região Sul), “capoeira” (Região Nordeste) e “*free-range chicken*” (internacionalmente).

Estes sistemas de criação têm evoluído ao longo dos anos, tornando-se uma atividade economicamente viável para pequenas propriedades rurais que podem

explorar este nicho de mercado diferenciado (FIGUEIREDO et al., 2001; CARBONE et al., 2007; DEMATTÊ FILHO e PEREIRA, 2017), ofertando aos consumidores produtos saudáveis, de elevado valor nutricional e isentos de contaminantes, preservando a biodiversidade em que se insere este sistema produtivo.

A criação de frangos de corte e galinhas de postura do tipo caipira ou colonial, no Brasil, foi regulamentada pelos Ofícios Circulares nº(s) 007/99 e 060/99, respectivamente, da divisão de operações industriais, do departamento de inspeção de produtos de origem animal, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 1999) e mais recentemente pelas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) nº(s) 16389/15 e 16437/16. Essa base legal aprova, em destaque, somente alimentação constituída por produtos exclusivamente de origem vegetal, sendo totalmente proibida à utilização de qualquer aditivo químico no ciclo de produção das aves. Utiliza-se o sistema de criação semi-intensivo, onde as aves têm acesso a piquetes de pastejo, numa metragem mínima, que possibilite uma expressão do comportamento natural da ave, elevando o grau de bem estar animal. No Brasil já existem programas de desenvolvimento e melhoramento de linhagens nacionais próprias, voltadas para este sistema alternativo, sendo vedadas as linhagens comerciais específicas para frango de corte ou postura industrial (KODAWARA et al., 2004).

O frango e galinha caipira são produtos de grande demanda social e de apelo culinário no Brasil. Várias iniciativas têm sido feitas para ampliar a oferta legalizada de tais produtos, mas a expansão das criações tem sido freada por desconhecimento de normas do MAPA, como o programa nacional de sanidade avícola (BRASIL, 1994); a padronização da produção caipira de corte e postura (Ofícios Circulares e Normas ABNT citados); e a Instrução Normativa (IN) nº 56/07 (BRASIL, 2007), que legisla sobre os procedimentos para registro, fiscalização e controle de estabelecimentos avícolas de reprodução, comerciais e de ensino ou pesquisa, alterada posteriormente pela IN nº 59/09 (BRASIL, 2009), IN nº 36/12 (BRASIL, 2012) e IN nº 18/17 (BRASIL, 2017). Este fato foi determinante para o fechamento de inúmeros nichos potenciais de produção avícola caipira, restando apenas poucas iniciativas de sucesso e as criações de fundo de quintal que não acessam o mercado formal (FIGUEIREDO et al., 2015).

No contexto nacional, a informalidade do sistema produtivo tende a dificultar o acesso regular destes produtos diferenciados aos mercados consumidores, não havendo hoje sequer estatísticas oficiais de números de produtores e de dados de produção dos sistemas caipiras (corte e postura) no estado do Paraná e no Brasil. Logo, as carnes de frango e ovos caipiras que chegam aos mercados consumidores são provenientes, em significativa parcela, de estabelecimentos informais, ilegais ou clandestinos, oferecendo risco à saúde pública (ASSI, 2016). Somam-se aos fatos

de natureza higienicossanitária, o elevado risco de prejuízo econômico ao produtor, por ações dos órgãos de fiscalização (vigilância sanitária, serviços de inspeção ou entidades de defesa do consumidor) sobre estes produtos irregulares, passíveis desta forma de apreensões ou destruições e, por sua vez, multa administrativa e processo civil sobre o produtor, caracterizando conduta criminosa, por haver produção animal sem registro e comercialização de produtos sem inspeção sanitária, com sonegação ao fisco (ASSI, 2016).

O presente trabalho teve como objetivos identificar os pontos críticos à formalização da produção avícola nos modelos normativossanitários, iniciando um processo de regularização em uma associação de pequenos produtores rurais agroecológicos do norte central paranaense. A partir dessa identificação, construir medidas resolutivas para alcance dos requisitos necessários à solicitação do registro sanitário dos núcleos avícolas junto à entidade de defesa agropecuária paranaense e obter com isso um instrumental mais qualificado para reversão deste quadro de informalidade, proporcionando o acesso destes produtos da agropecuária familiar à comercialização formal.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Foi adotada a metodologia da pesquisa de campo exploratória descritiva, utilizando como instrumento a observação sistemática e participante (MARCONI e LAKATOS, 2003), por meio de formulários semiestruturados. Estes formulários elaborados foram aplicados nos 15 núcleos de produção avícola pertencentes à associação de agricultores familiares agroecológicos dos municípios de Jandaia do sul, Marumbi e Kaloré – Associação Vale Vida, associação composta por 25 propriedades que desenvolvem atividades em modelos sustentáveis de produção agroecológica, desenvolvidos em diversas linhas, como avicultura caipira, produção leiteira, cafeicultura e olericultura, sendo acompanhada pelo núcleo de agroecologia e desenvolvimento sustentável da Universidade Estadual de Maringá/PR (UEM). A Associação Vale Vida foi constituída em 12/09/2011 e já desenvolveu projeto em avicultura alternativa (projeto Cocoricó) por acadêmicos de zootecnia da UEM. Atualmente, apresenta 10 núcleos avícolas de aptidão postura e 05 núcleos com aves de aptidão corte, distribuídos em quatro núcleos localizados no município de Jandaia do Sul, um no município de Marumbi e dez no município de Kaloré, com uma média de 235 aves alojadas por núcleo.

Os formulários semiestruturados foram organizados em duas partes, contendo no total 26 perguntas. A primeira parte avaliou a situação produtiva das aves de aptidão corte ou postura, de acordo com o padrão legal, determinados pelos Ofícios Circulares nº(s) 007/99 e 060/99, do MAPA. Também avaliou a infraestrutura presente

na propriedade rural para atendimento aos procedimentos e normas federais para registro, fiscalização e controle de estabelecimentos avícolas de produção comercial, atendendo ao estabelecido pela IN nº 56/07, suas alterações posteriores e normativas estaduais, em destaque a Portaria da Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (ADAPAR) nº 290/17, acordadas perante o Conselho Estadual de Sanidade Avícola (COESA) para avicultura familiar. Caso os núcleos atendessem a todos os itens desta parte do formulário, o núcleo teria aptidão para obtenção da certidão de registro junto a ADAPAR e conseqüentemente a possibilidade de regularização da produção comercial avícola caipira familiar. As normas da ABNT nº(s) 16389/15 e 16437/16 não foram utilizadas na concepção dos formulários, pois, segundo informação da Superintendência do MAPA no Estado do Paraná, estes parâmetros ainda não teriam sido internalizados nos processos do órgão e por isso ainda não poderia ser utilizado para qualquer processo avaliativo, o que deve ocorrer brevemente.

A segunda parte foi constituída com perguntas que objetivaram delinear características dos produtores, buscando compreender a situação apresentada de momento nas unidades produtivas, como tempo que o produtor desenvolve a atividade avícola; escolaridade do produtor; dependência financeira da atividade avícola; percepção da regularidade ou não da atividade pelo produtor rural; e se o produtor tem conhecimento sobre a entidade de defesa agropecuária, ADAPAR, além de sua participação na sanidade avícola.

Entre as perguntas, as 20 primeiras que compunham à primeira parte são correspondem a itens obrigatórios para obtenção da certidão de registro avícola e pretendiam avaliar nas propriedades rurais o atendimento à base legal. As respostas identificadas como “SIM” atendiam ao proposto nas normas, num escopo produtivo e sanitário da criação de aves caipiras. As respostas “NÃO” demonstravam alguma carência identificada e serviu de base para a elaboração de um relatório individualizado com os pontos a serem corrigidos, para reversão do quadro de informalidade, e também permitiram traçar um perfil da produção avícola caipira da associação. As outras 06 perguntas pertencentes à segunda parte auxiliariam na percepção avaliativa do escopo produtivo e sanitário presente na associação Vale Vida e identificação dos desvios, que levam ao quadro exposto de informalidade. Essa identificação é de fundamental importância para proposição de propostas de correção.

Na sequência, a partir do perfil produtivo traçado e do relatório individualizado de conformidades e desvios de todos os núcleos da Associação, foi desenvolvida uma série de medidas relacionadas à educação sanitária dos produtores, composta por duas palestras iniciais sobre sanidade avícola e normas de estruturação de registro da produção no órgão oficial de defesa agropecuária. Ocorreu também uma visita técnica nas propriedades, ocasião em que houve a aplicação dos formulários.

Uma reunião técnica geral com todos os produtores foi realizada para a exposição dos itens presentes nos formulários de avaliação e esclarecimento das dúvidas, mediante repasse de relatórios individualizados com os pontos a serem corrigidos, expondo de forma clara e direta os itens obrigatórios da legislação.

Por fim, transcorrendo um ano da primeira avaliação nos núcleos avícolas, ocorrida no mês de novembro do ano de 2016, os formulários foram novamente aplicados, seguindo o mesmo formato, para avaliação do cenário atual e captação pelos produtores das informações repassadas nas abordagens de educação sanitária executadas.

Os dados obtidos dos formulários aplicados nos meses de novembro de 2016 e 2017 foram analisados estatisticamente, utilizando o software STATISTICALPACKAGE FOR SOCIAL SCIENCE (SPSS), versão 18, para a realização das análises de tabela de frequência e de correlação de Pearson (FÁVERO, 2009; HAIR, 2010).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da interpretação dos dados obtidos com os formulários aplicados nos 15 núcleos avícolas, na primeira avaliação ocorrida no mês de novembro de 2016, os dados demonstraram que 100% das criações caipiras (15 núcleos), por apresentar média de 235 aves alojadas, atendendo ao limite de 400 aves permitido por núcleo, conforme estabelecido na Portaria ADAPAR nº 290/17, para enquadramento como avicultura familiar. Além disso, detinham o mesmo comportamento com relação ao atendimento dos padrões legais e sanitários: distanciamento de 03 quilômetros de aviários com a finalidade de reprodução, fábrica de rações ou matadouros, utilização exclusiva de linhagens de aves caipiras, recepção de pintinhos de 01 dia de granjas certificadas acompanhadas de guia de trânsito animal e certificado sanitário, assim como para os núcleos de corte, o respeito à idade mínima de abate de 85 dias. As conformidades destes itens expressavam as informações técnicas absorvidas pelos produtores rurais, fornecida por diversos meios de assistência técnica (pública ou privada) e projeto de extensão da UEM, desenvolvido ao longo dos anos sem que os produtores desempenhem a atividade avícola.

Os produtores rurais em questão, contudo, desconheciam itens necessários ao alcance da certidão de registro de estabelecimentos avícolas de produção comercial na ADAPAR, assim como a integralidade das normas sanitárias e de padronização do MAPA para produção avícola caipira (corte ou postura). Essa condição pode ser observada na Tabela 1, que evidencia o perfil produtivo da Associação, mediante dados extraídos da primeira avaliação executada em novembro de 2016. Como pode ser constatado nos dados, nenhuma propriedade atendia a todos os itens

obrigatórios presentes na parte 1 do formulário, o que seria impeditivo à obtenção do registro de formalização da produção a campo.

A ausência inicial da certidão de registro avícola comercial em todos os núcleos produtivos da associação se expressa na informalidade da atividade, refletindo dados obtidos na parte 2 do formulário. Observa-se o desconhecimento dos produtores quanto às atividades de execução da ADAPAR na defesa agropecuária quanto à avicultura. Embora 93,33% dos produtores conhecessem a entidade, nenhum sabia de sua execução em relação ao acompanhamento sanitário das aves. Ainda relacionado ao escopo produtivo da criação de aves na Associação, em 46,66% dos casos (07 núcleos avícolas), os produtores dependiam financeiramente da atividade avícola, embora em todos os núcleos existisse comercialização de produtos, em algum momento do ciclo produtivo, por meio de venda direta aos consumidores. Este resultado demonstra o caráter de atividade economicamente viável, assim como afirmaram Figueiredo et al. (2001) e Carbone et al. (2007).

ITENS OBRIGATÓRIOS	fi %	
	2016	2017
A alimentação é exclusiva de origem vegetal (inclusive proteínas)?	20	100
A alimentação é ausente de adição de algum promotor de crescimento, probiótico ou pigmento sintético?	13,3	100
No sistema de criação, as aves ficam presas no máximo 25 dias?	86,7	100
As aves têm acesso à área de pasto?	100	100
Respeitam-se os 3 m ² /pasto/ave?	60	73,3
Existe definição de locais de postura (ninhos)?	50	70
Respeita-se a idade de abate mínima de 85 dias?	100	100
O núcleo recebe pintinhos de granja certificada?	100	100
Utilizam-se linhagens exclusivamente caipiras?	100	100
Ocorre controle sanitário executado por médico veterinário?	0	100
O interessado possui documentação necessária para cadastro da exploração pecuária?	0	100
O núcleo avícola possui memorial descritivo higienicossanitário e de biossegurança?	0	53,3
Ocorre tratamento da água de abastecimento anterior ao reservatório? Existe documento comprobatório da qualidade microbiológica da água de consumo?	26,7	60
Na área de avicultura só há acesso dos veículos da propriedade para transporte de insumos? Caso não, se existe bomba costal de 20 litros ou maior, para desinfecção de veículos?	86,7	93,3
Há telamento do aviário com malha de medida não superior 2,54 cm?	6,67	53,3
Existe cerca de isolamento com altura mínima de 1 metro do núcleo de produção?	60	73,3
Há distância mínima de 5 metros entre o aviário e o local de pastoreio em relação às outras criações animais ou trânsito de pessoas?	6,67	53,3
Existe método de compostagem presente e delimitado?	13,3	53,3
Foi definido local de enterrio adequado?	13,3	53,3

O núcleo produtivo está distanciado a pelo menos 3 km de explorações avícolas de reprodução, fábrica de rações ou matadouros?	100	100
---	-----	-----

Tabela 1 - Frequência Relativa Percentual (*ff%*) de conformidades observada nas duas avaliações (2016 e 2017) em itens obrigatórios previstos na legislação, nos 15 núcleos de produção avícola caipira em associação de produtores agroecológicos

Fonte: Messias (2017).

Os resultados também apontaram que 100% dos produtores informaram que sabiam da irregularidade de seus atos, ao comercializar carne ou ovos nas propriedades sem destinação prévia destes aos estabelecimentos inspecionados. A ausência de acompanhamento sanitário inicial nas propriedades eleva o risco da presença de microrganismos patogênicos nos animais e a possível contaminação de sua carcaça ou ovos, representando problemas significativos na sanidade animal e saúde pública, como afirmaram Moreno et al. (2006).

A partir dos levantamentos, foi possível caracterizar a produção de aves caipiras na Associação de produtores agroecológicos Vale Vida. Foram observados desvios marcantes na alimentação fornecida às aves (ração comercial contendo probióticos, promotores de crescimento sintéticos e proteína de origem animal); isolamento inadequado da criação (telas incompletas ou inapropriadas nos aviários); ausência de acompanhamento sanitário das aves (inexistência de médico veterinário); qualidade duvidosa da água de abastecimento (água sem qualquer processo de tratamento antes de ser fornecida às aves); e delimitação incompleta dos piquetes de pastejo das aves caipiras. Enfim, nenhuma propriedade atendia integralmente à base legal vigente. Muito embora os produtores recebessem ao longo dos anos diversos agentes de assistências técnicas e projeto de extensão universitária, a satisfação das exigências e a necessidade de registro perante a entidade de defesa agropecuária estadual eram desconhecidas como indispensável à regularização da atividade produtiva avícola caipira familiar.

A Tabela 1 também aborda os resultados de frequência relativa percentual, obtidos na segunda avaliação executada em novembro de 2017 nos núcleos avícolas quanto às conformidades previstas na base legal. Conjuntamente, na Figura 1, pode-se comprovar uma evolução na ordem de 34,33% em relação à primeira aplicação dos formulários e confirmar a absorção e eficiência das informações repassadas nas ações de educação sanitária desenvolvidas ao longo de um ano, alcançando 77,33% de conformidades aos parâmetros legais em todos os núcleos avícolas.

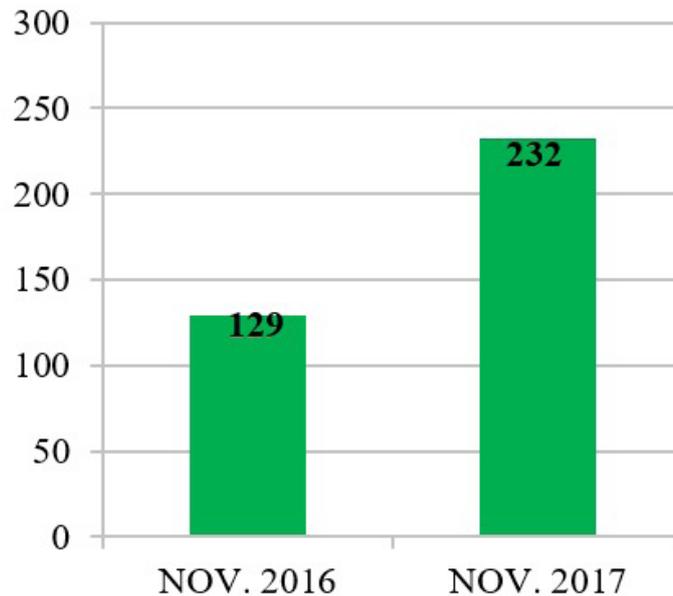


Figura 1 - Frequência de conformidades observadas nas duas avaliações (2016 e 2017) em itens obrigatórios previstos na legislação, nos 15 núcleos de produção avícola caipira.

Fonte: Messias (2017).

Na Figura 2, podemos observar outra mudança significativa no cenário da Associação. Após a segunda avaliação, 08 núcleos (53% da associação) atenderam a todos os itens obrigatórios previstos na legislação para comprovação dos padrões produtivos e sanitários para aves caipiras, tornando-se, assim, aptos a solicitar à ADAPAR suas certidões de registro de produção avícola comercial e, conseqüentemente, garantir a regularização de sua atividade produtiva perante os órgãos oficiais. Como medidas que representaram grande revolução no cenário da Associação, tivemos a alteração da formulação da alimentação fornecida às aves, com modificações junto à fábrica de ração comercial (fornecedor da Associação), onde não mais se verificava probióticos, promotores de crescimento sintéticos e proteína de origem animal na composição das matérias primas utilizadas. A água de abastecimento passou a ser clorada e o telamento dos aviários foi substituído por telas com malha não superior a 2,54 cm. As cercas de um metro de altura isolando os núcleos produtivos foram instaladas ou completadas em sua plenitude e uma médica veterinária assumiu a responsabilidade técnica da Associação, fornecendo o acompanhamento sanitário para avicultura.

Entre os itens presentes na parte 1 dos formulários, a aplicação do telamento nos aviários com malha não superior a 2,54 cm foi item mais complicado de ser entendido pelos produtores. Na segunda avaliação, ficou claro que a dificuldade se devia ao custo de aquisição do material. O distanciamento de 5 metros entre os aviários e o local de pastejo das aves, para outras criações animais presentes na propriedade, também configurou dificuldades, pois a atitude envolve uma mudança

na cultura de como criar animais pelo produtor e conseqüentemente quebra de paradigmas, o que exigirá mais tempo para alguns núcleos se adaptarem. Os demais itens, embora ainda não concluídos, estavam com suas adequações em curso e apresentavam prognóstico favorável quanto a sua conclusão.

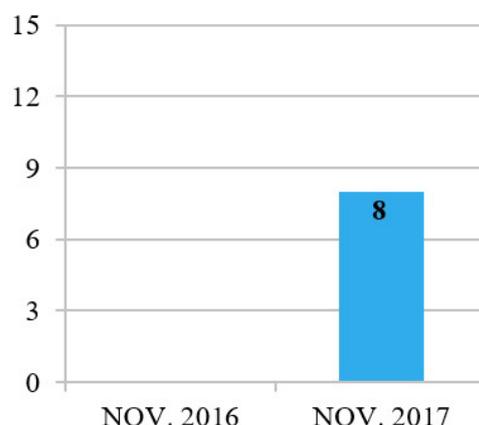


Figura 2 - Núcleos avícolas aptos a solicitar registro junto à ADAPAR observados nas duas avaliações (2016 e 2017), nos 15 núcleos de produção avícola caipira.

Fonte: Messias (2017).

As normatizações e certificações de conformidade, assim como os selos que permitem o reconhecimento dos sistemas de inspeção para os produtos de origem animal, trazem oportunidades para pequenos produtores comercializar seus produtos alternativos com maior facilidade, alcançando grandes redes de varejo, em um mercado que até então se demonstra essencialmente informal (ROCHA et al., 2016). A certificação de conformidade é um mecanismo importante para assegurar a veracidade e a padronização dos produtos alternativos, pois facilita a comunicação entre os agentes responsáveis pelo processo de produção e o seu consumidor (DEMATTE FILHO e PEREIRA, 2017).

A Tabela 2 mostra a correlação entre a aptidão ao padrão legal dos núcleos avícolas e características do produtor quanto à escolaridade, dependência financeira da atividade avícola e tempo de desenvolvimento da atividade avícola, para avaliar se existe alguma correlação significativa ao nível de 5%. Houve correlação significativa ($P < 0,05\%$) favorável entre as variáveis aptidão ao padrão legal dos núcleos avícolas e a dependência financeira da produção, além do tempo que o produtor desenvolve a atividade avícola. Tais resultados indicam que o fato do produtor depender financeiramente da atividade avícola representou um fator decisivo e motivacional para reversão do quadro de informalidade produtiva. Do mesmo modo, evidenciou que, quanto mais longo for o tempo ao qual o produtor se dedica à atividade avícola, mais ele tem acesso às informações repassadas pelos agentes de assistência técnica e defesa agropecuária, diminuindo o número de desvios constatados nos

núcleos avícolas, o que facilitaria sua regularização.

	ESC	DEP	TEA
AAP Correlação de Pearson	- 0,4130	0,6071	0,7493
Sig. (2 extremidades)	0,0630	0,0082 ¹	0,0007 ¹

Tabela 2 - Correlação entre a aptidão ao padrão legal dos núcleos avícolas e características do produtor quanto à escolaridade, dependência financeira da atividade avícola e tempo de desenvolvimento da atividade avícola

AP = Aptidão ao padrão legal dos núcleos avícolas; ESC = Escolaridade do produtor; DEP = Dependência financeira da atividade avícola; TEA = Tempo de desenvolvimento da atividade avícola; Sig = Significância;¹Correlação entre AP com as variáveis DEP e TEA, ao nível de 5% de significância.

Fonte: Messias (2017).

A variável escolaridade do produtor não apresentou correlação significativa com a aptidão ao padrão legal. Desse dado é possível extrair uma consideração relevante. Quanto menor o grau de instrução escolar do produtor maior a dificuldade para entendimento dos parâmetros legais em seus núcleos produtivos, o que impõe a necessidade de suporte mais intensificado de assistência técnica para reversão deste quadro. Portanto, como desenvolvido neste trabalho, a caracterização do local e de seu público alvo são medidas indispensáveis para alcance de resultados satisfatórios.

4 | CONCLUSÕES

Os resultados obtidos evidenciam a necessidade de reformulação de procedimentos e de aplicação de abordagens de educação sanitária no estado do Paraná, para que as informações incompletas que chegam ao meio rural, aliadas ao conhecimento do quadro local de produção e das características dos produtores, auxiliem gerando desta forma um protocolo de reversão da informalidade da produção avícola caipira estadual que envolva os meios acadêmicos, entidades de extensão rural, assistência técnica e defesa agropecuária.

A metodologia aplicada demonstrou-se uma ferramenta eficiente no processo de alcance da regularização produtiva e no aumento percentual de atendimento dos parâmetros legais. Núcleos aptos à submissão do processo de registro na entidade de defesa agropecuária estadual propiciam um acompanhamento sanitário adequado da atividade avícola, facilitando a posterior comercialização formal dos produtos da agropecuária familiar, potencializando a geração de renda e garantindo o abastecimento dos mais diversos mercados consumidores com produtos alternativos e de qualidade, sem transgressão à legislação em vigor.

REFERÊNCIAS

ASSI, A. L. **Avícolas: o abate informal de aves e o contexto sanitário no município de São Paulo**. 2016. 105p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16389**: avicultura – produção, abate, processamento, e identificação do frango caipira, colonial ou capoeira: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. 09 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16437**: avicultura – produção, classificação e identidade do ovo caipira, colonial ou capoeira: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2016. 10 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 59**, de 02 de dezembro de 2009. Diário Oficial [da] União, DF., 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 56**, de 04 de dez. de 2007. Diário Oficial [da] União, DF., 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 18**, de 25 de maio de 2017. Diário Oficial [da] União, DF., 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 36**, de 06 de dezembro de 2012. Diário Oficial [da] União, DF., 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Ofício Circular DOI/DIPOA Nº 007/99**, de 19 de maio de 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Ofício Circular DOI/DIPOA Nº 060/99**, de 04 de novembro de 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **PROGRAMA NACIONAL DE SANIDADE AVÍCOLA SDA/DDA**. Portaria Nº. 193, de 19 de setembro de 1994.

CARBONE, G.T.; SATO, G.S.; MOORI, R.G. Cadeia produtiva de frango caipira no interior do estado de São Paulo: uma alternativa de microempresa de agronegócio. **Revista SEBRAE**, 3, 14 p. 2007.

DEMATTE FILHO, L.C. **Sistema agroalimentar da avicultura fundada em princípios da Agricultura Natural: multifuncionalidade, desenvolvimento territorial e sustentabilidade**. 2014. 252p. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba.

DEMATTE FILHO, L.C.; PEREIRA, G. O mercado de frangos e ovos orgânicos e caipiras - Potencial de mercado. In: **XXI Seminário Nordestino de Pecuária – PEC Nordeste**, 2017, Fortaleza/CE. Anais... , 2017. Fortaleza: PROMOTORA DO EVENTO, 2017. 17p.

FÁVERO, L.P. et al. **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009. 646p.

FIGUEIREDO, E.A.P.; DE AVILA, V.S.; SAATKAMP, M.G. **Frangos diferenciados: caipira**. Embrapa Suínos e Aves. 2015. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/136895/1/final7830.pdf>>. Acesso em: 26/08/2016.

FIGUEIREDO, E.A.P. et al. Diferentes denominações e classificação brasileira de produção alternativa de frangos. In: **CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 2001**, Campinas. Campinas. Anais... Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2001. p.209-222.

HAIR, J.F., et al. **Multivariate data analysis**. New York: Pearson, 2010. 785p.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2003. 311p.

MOORI, R.G.; SATO, G.S.; CARBONE, G.T. Um estudo sobre a propensão de compra do frango caipira. **FACEF Pesquisa-Desenvolvimento e Gestão**, v. 10, n. 1, 12p. 2007.

MORENO, M.R.F.; SARANTINOPOULOS, P.; TSAKALIDOU, E. The role and application of enterococci in food and health. **International Journal of Food Microbiology**, v.106, p.1-24, 2006.

PARANÁ. Agência de Defesa Agropecuária do Paraná. Portaria ADAPAR N° 290, de 09 de novembro de 2017. Diário Oficial [do] Paraná, PR., 2017.

ROCHA, O. S.; et al. Avaliação do desempenho de frangos de corte de linhagem alternativa criados em aviário convencional na cidade de Manaus. **Revista Científica de Avicultura e Suinocultura**, [S.I.], v. 2, n. 1. 6p. 2016.

ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DE DIFERENTES SUBSTRATOS EM RELAÇÃO À PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DE ALFACE

Data de aceite: 22/01/2020

Gheysa Julio Pinto

Engenheira Agrônoma. Mestre em Agroecologia. Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia. Maringá-PR. Email: gheysajp@yahoo.com.br

José Ozinaldo Alves de Sena

Engenheira Agrônoma. Professor Associado. Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia. Maringá-PR. Email: ozisena@gmail.com

Ivan Granemann de Souza Junior

Engenheiro Agrônomo. Doutor em Agronomia. Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia. Maringá-PR. Email: ivangsjunior@gmail.com

Antonio Carlos Saraiva da Costa

Engenheiro Agrônomo. Ph.D. em Agronomia. Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia. Maringá-PR. Email: antoniocscosta@gmail.com

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo principal verificar como a adição dos materiais biocarvão e vermiculita junto a composto orgânico, em diferentes granulometrias e em seis doses interferem nos atributos químicos (pH e condutividade elétrica), físicos (densidade, porosidade total, macroporosidade e microporosidade) dos substratos preparados e na produção de matéria seca da parte aérea

(MSPA), da raiz (MSR) e total (MST) de mudas de alface (*Lactuca sativa* L.) cultivar *Vanda – Sakata*. O ensaio para produção de mudas foi conduzido em delineamento completamente casualizado - DIC, pela utilização dos substratos preparados em 4 tratamentos, 6 doses, 10 repetições, no total de 240 tubetes. Para a análise estatística dos dados obtidos foram utilizados os programas estatísticos *SISVAR*, pelo teste de agrupamento de médias (*Scott-Knott*) e *SAS* pelo teste de correlação entre as variáveis. A utilização dos substratos a partir de biochar BG2-5 e BG2-30 e de vermiculita VG1-5 e VG1-10 apresentaram as melhores produções de matéria seca da parte aérea, raiz e total.

PALAVRAS-CHAVE: Porosidade total. Condutividade elétrica. Macroporosidade.

CHEMICAL AND PHYSICAL ATTRIBUTES OF DIFFERENT SUBSTRATES RELATING TO THE LETTUCE PRODUCTION

ABSTRACT: The main objective of this work was to verify how the addition of biochar and vermiculite materials to organic compost in different particle sizes and six doses on the production of shoot (DRS), root (MSR) and total (MST) dry matter of lettuce (*Lactuca sativa* L.) seedlings cultivar *Vanda - Sakata*. The seedling production test was conducted in a completely

random design, using the substrates prepared in 4 treatments, 6 doses, 10 repetitions, totaling 240 tubes. For statistical analysis of the obtained data, the statistical program SISVAR was used to group the means by the Scott-Knott program and SAS to obtain the correlation coefficients among the variables. The substrates produced from biochar BG2-5, BG2-30 and vermiculite VG1-5 and VG1-10 presented the best shoot, root and total dry matter yields.

KEYWORDS: Total porosity. Electric conductivity. Macroporosity.

1 | INTRODUÇÃO

A produção de alface é um dos principais segmentos da economia de produtos hortícolas no Brasil. A produção de alface depende em grande parte da produção de mudas com excelentes atributos fitotécnicos. A produção de mudas de alface é, portanto, uma etapa importante e influencia decisivamente a qualidade final do produto. Existem diferentes tipos de substratos que podem ser utilizados para a produção de mudas de alface. A maioria destes materiais tem como base materiais orgânicos compostados aos quais são adicionados outros materiais para melhoria de seus atributos químicos, físicos e biológicos.

Substrato é qualquer material em que as sementes germinam e deve garantir a estabilidade do sistema radicular, suprir de água e nutrientes, além de transportar gases como oxigênio e gás carbônico (MINAMI e SALVADOR, 2010). Compostos utilizados como substratos devem apresentar propriedades físicas e químicas adequadas como tamanho de partículas, porosidade, pH e capacidade de retenção de água (MINAMI e SALVADOR, 2010; REZENDE, 2014).

Dentre as inúmeras técnicas conservacionistas encontra-se a compostagem, que é apresentada pelo conjunto de procedimentos aplicados para controlar a decomposição de materiais orgânicos, com a finalidade de obter no menor tempo possível, um material estável, rico em húmus e nutrientes minerais, com atributos físicos, químicos e biológicos, superiores àqueles encontrados nas matérias primas (MELLO-PEIXOTO et al., 2014). O composto orgânico é um ótimo material para compor substratos para a produção de mudas de diversas plantas hortícolas e florestais (INÁCIO et al., 2009).

Primavesi (1979), observa que a matéria orgânica oferece a melhoria de uma série de atributos tais como: a) agregação das partículas determinando uma bioestrutura estável, b) a presença de ácidos orgânicos, aminoácidos, açúcares, proteínas, etc., que são fonte de energia e nutrientes para os microorganismos de vida livre, fixadores de nitrogênio, que produzem substâncias de crescimento, com efeito positivo sobre o desenvolvimento vegetal, c) alimento aos organismos ativos na decomposição, produzindo antibióticos que protegem as plantas, d) melhorando os

atributos químicos do solo como seu poder tampão e capacidade de troca catiônica.

A estrutura do material que compõe o substrato determina o volume de poros que será utilizado para o crescimento radicular (GOMES et. al., 2015). Os poros dos substratos podem ser subdivididos quanto ao tamanho e função em macroporos e microporos (MINAMI e SALVADOR, 2010). Além da porosidade, a densidade de um substrato definirá a capacidade deste de promover trocas gasosas, relação substrato ar/partículas, transferência de calor e retenção de água (MELO, 2015). Este autor observa que a densidade ideal para o cultivo de hortaliças varia entre 0,4 a 0,5 g cm⁻³.

Outros materiais que podem ajudar na melhor constituição dos substratos para desenvolvimento das mudas é a adição de materiais orgânicos pirolizados (carvão vegetal ou biochar) e de materiais inorgânicos como a vermiculita expandida.

O processo de pirólise de quaisquer materiais orgânicos leva à formação de carvão ou biochar (ALMEIDA, 2014). A pirólise de resíduos vegetais permite a retenção de 20 a 50% do carbono presente no material de origem, material este resistente ao ataque microbiano e que pode permanecer no solo por períodos muito longos.

A incorporação do biochar à constituição do substrato favorece a germinação e o crescimento vegetal, por atuar como um condicionador físico-químico. Sua elevada porosidade cria condições para o desenvolvimento das raízes livres de patógenos e pragas, beneficiando ainda sua fertilidade do material pois há a liberação de compostos na forma de óxidos que após hidratação e hidrólise liberam hidroxilas, favorecendo o aumento do pH do substrato (NOVOTNY et al., 2015).

Um dos melhores minerais utilizados na composição de substratos é a vermiculita. Este mineral é explorado na região nordeste do Brasil e após moído em diferentes granulometrias é aquecido a 1000 °C promovendo sua expansão. A expansão das placas de vermiculita aumenta sua porosidade e libera grandes quantidades de nutrientes como cálcio e magnésio (UGARTE et al., 2008), atributos que aumentam a capacidade de enraizamento e desenvolvimento das plantas.

Dentre as principais plantas hortícolas cultivadas no Brasil destaca-se a alface (*Lactuca sativa* L.). Esta hortaliça folhosa é a mais consumida no Brasil e no mundo devido a facilidade de aquisição e baixo custo ao consumidor. Ziech et al. (2014) observam que o cultivo de alface apresenta grande retorno econômico por área cultivada, alternativa para os pequenos produtores haja vista não haver demanda por grandes áreas.

Segundo dados levantados por Sala e Costa (2012), os principais tipos de alface cultivados, no Brasil, em ordem de importância econômica são a crespa, americana, lisa e romana. Dentre as crespas, de acordo com Henz e Suinaga (2009) a cultivar Vanda, destaca-se por ser uma planta de porte grande, com folhas compridas, talo

grosso e possui sistema radicular vigoroso. Além disso, apresenta rusticidade e adaptação às condições tropicais, alta produtividade e ciclo precoce (55 dias).

Devido ao ciclo relativamente curto, à possível produção ao longo de todo ano e ao rápido retorno financeiro, grande parte dos horticultores optam pela produção desta cultura.

A hipótese deste trabalho foi verificar se a adição de materiais (biochar e vermiculita), em diferentes granulometrias e doses, junto ao composto orgânico, interferem significativamente ($p < 0,05$) na produção de massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) das mudas de alface.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a produção de massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) das mudas de alface e beterraba, cultivadas nos diferentes substratos preparados.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização dos substratos

Os materiais utilizados para implantação dos experimentos foram composto orgânico, carvão vegetal e vermiculita. Foi utilizado aproximadamente 40 L de composto orgânico produzido a partir de esterco de equino e restos culturais de olerícolas; cerca de 6,5 L de carvão vegetal proveniente da queima do eucalipto; e aproximadamente de 6,5 L de vermiculita expandida comercial (Terra Mater – Saving Energy).

O composto orgânico após seco em casa de vegetação por 7 dias foi peneirado (peneira com abertura de 4,0 mm) para homogeneização e facilidade de preparação dos substratos.

O fracionamento do biochar foi feito por tamisamento a seco utilizando um equipamento *Produtest* por 10 minutos em vibração máxima. No sistema foram colocadas peneiras com aberturas de 4, 2, 1 e 0,5 mm sobrepostas em ordem decrescente de diâmetro do fundo para a tampa. Os materiais retidos em cada peneira foram reservados e separados conforme as diferentes granulometria. Para o biochar e a vermiculita foram separadas para compor os substratos os materiais retidos nas peneiras $< 0,5\text{mm}$ e entre 2,0 a 4,0 mm, denominadas de G1 e G2, respectivamente. Os substratos produzidos tiveram com base o composto orgânico no qual foi adicionado biochar e vermiculita nas duas granulometrias em volumes equivalentes. No tal foram produzidos 4 substratos denominados de: T (Composto orgânico, granulometria $< 4,0\text{ mm}$), BG1 (Biochar granulometria1 – $< 0,5\text{ mm}$), BG2 (Biochar granulometria 2 – 2 a 4 mm), VG1 (vermiculita granulometria 1 – $< 0,5\text{ mm}$) e VG2 (vermiculita granulometria 2 – 2,0 a 4,0 mm).

A caracterização física e química dos substratos estão descritas em Pinto et al.

(2019). Um resumo dos principais resultados das análises químicas e físicas dos 4 substratos estão na Tabela 1.

2.2 Produção de matéria seca das mudas

Para o experimento de produção das mudas de alface foram utilizados os 24 substratos preparados descritos anteriormente. Ambos os cultivos foram realizados em estufa (de estrutura metálica, com filme plástico em sua parte superior e sombrite nas laterais), localizados sob coordenadas latitude: 23°24'13.24"S e longitude: 51°56'25.70"O, com clima classificado como Cfb (clima temperado úmido com verão temperado), segundo Köppen-Geige.

Os ensaios para caracterização dos atributos químicos e físicos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 4 tratamentos (BG1, BG2, VG1 e VG2), 6 doses (5, 10, 20, 30, 40 e 50%), 10 repetições, no total de 240 unidades experimentais, para os substratos preparados.

Tratamentos	pH	C	CTC	V	CE	D	Pt	Ma	Mi
	g kg ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹	%	dS m ⁻¹	g cm ⁻³	----- (%) -----	-----	-----	-----
T	6,37	61,40	21,50	88	6,75	0,36	85	28	57
BG1	8,62	25,70	8,70	85	17,25	0,67	62	9	53
BG2	8,76	8,60	9,10	87	4,64	0,48	63	40	23
VPG1	8,67	2,10	27,30	95	2,72	0,78	64	4	60
VPG2	8,83	1,60	27,50	96	0,97	0,29	77	44	33

Tabela 1. Atributos químicos dos substratos produzidos a partir de composto orgânico, vermiculita e biochar.

T – composto orgânico, BG1 – biochar granulometria 1, BG2 – biochar granulometria 2, VPG1 – vermiculita pura granulometria 1, VPG2- vermiculita pura granulometria 2, pH - pH em água 2:1); C – carbono total; CTC – capacidade de troca catiônica; V – saturação por bases; CE – condutividade elétrica; D – densidade; Pt – porosidade total; Ma – macroporosidade; Mi – microporosidade. (Pinto et al., 2019).

O cultivo das mudas de alface foi conduzido durante 36 dias utilizando-se delineamento inteiramente casualizado (DIC) com os 24 substratos, sendo 4 tratamentos (BG1, BG2, VG1, VG2) e 6 doses (5, 10, 20, 30, 40 e 50%), com 10 repetições cada, no total de 240 unidades experimentais (tubetes). Utilizou-se a variedade *Vanda* (Sakata) tipo crespa, ciclo precoce (55 dias). Os tubetes foram cheios até 80% da sua capacidade, colocou-se 2 sementes em cada e completou-se com o restante do material até atingir o volume total do recipiente. Durante a condução dos experimentos, foram realizadas 2 regas diárias, com 10 mL de água cada, no início da manhã e no final da tarde, com cuidado para que não houvesse drenagem de água e a perda nutrientes. O desbaste foi realizado, quando necessário, no momento em que as mudas apresentaram a 2ª folha verdadeira, de forma a permanecer apenas uma plântula por tubete. Após o período estipulado, a parte aérea e o sistema radicular de cada muda foi separado com o auxílio de tesoura,

colocado separadamente em sacos de papel identificados e levado para estufa de circulação forçada de ar a 75° C por 72 horas. Em seguida, com o auxílio da balança analítica digital, determinou-se a massa seca total (MST), massa seca da raiz (MSR) e massa seca da parte aérea (MSPA).

2.3 Análise estatística dos dados

A análise dos resultados obtidos na produção de matéria seca de alface nos diferentes substratos foi realizada pela utilização do programa estatístico *SISVAR*, versão 5.3 - Build 77, Ferreira (2011), com teste de agrupamento de médias (*Scott-Knott*), em nível α de 5% de significância ($p < 0,05$).

3 | RESULTADOS

Para análise e interpretação dos resultados, foram utilizados os dados obtidos pelos atributos químicos (pH e CE) e físicos (D, Pt, Ma e Mi) correlacionados com a produção de matéria seca (parte aérea, raiz e total) das mudas de alface nos diferentes tratamentos (BG1, BG2, VG1 e VG2). É possível afirmar que existem evidências de que os atributos químicos e físicos obtidos nos diferentes tratamentos apresentam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre si, pela correlação com a produção de matéria seca (Tabela 1).

A granulometria mais grossa (G2), tanto para o carvão quanto para a vermiculita, não apresentaram influência significativa ($p < 0,05$) na produção de massa seca das plântulas. Para o cultivo de mudas de alface no tratamento BG1, as características de porosidade total (Pt) e macroporosidade (Ma) tiveram influência significativa ($p < 0,05$) positiva com relação a produção de massa seca, ou seja, quanto maior a quantidade de macroporos maior a produção de massa seca da parte aérea (MSPA), raiz (MSR) e total (MST) e quanto maior a quantidade de poros maior a produção de MSR e MST (Figura 1).

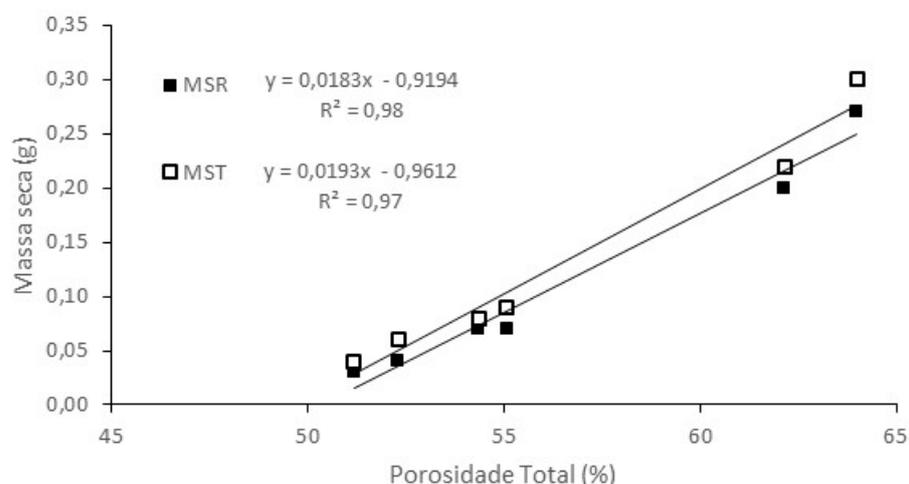
Quanto maior porosidade total e a macroporosidade, maior a aeração, melhor a infiltração e drenagem de água do sistema, melhor relação água/ar, que permite menor restrição física/química para o desenvolvimento do sistema radicular. De acordo com Almeida (2004), essas melhorias nas condições físicas facilitam a penetração e distribuição das raízes, com otimização da absorção dos nutrientes disponíveis de forma a favorecer o crescimento vegetal.

O atributo químico pH teve influência significativa ($p < 0,05$) negativa com relação a produção de massa seca. Conforme os dados apresentados na Tabela 1 é possível observar que quanto maior os valores de pH menor a produção de MSR e MST (Figura 2).

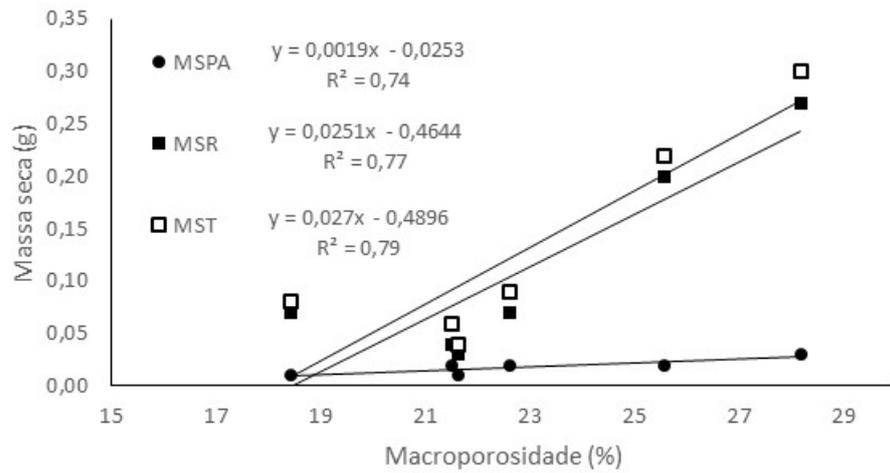
Alface			pH	CE	D	Pt	Ma	Mi
BG1	MSPA	r	-	-	-	-	0,86	-
		p	-	-	-	-	0,03	-
	MSR	r	-0,94	-	-0,94	0,99	0,88	-
		p	0,01	-	0,01	0,01	0,02	-
	MST	r	-0,93	-	-0,93	0,99	0,89	-
		p	0,01	-	0,01	0,01	0,02	-
BG2	MSPA	r	-	-	-	-	-	-
		p	-	-	-	-	-	-
	MSR	r	-	-	-	-	-	-
		p	-	-	-	-	-	-
	MST	r	-	-	-	-	-	-
		p	-	-	-	-	-	-
VG1	MSPA	r	-	0,87	-0,85	-	0,81	-
		p	-	0,025	0,03	-	0,05	-
	MSR	r	-	-	-	-	-	-
		p	-	-	-	-	-	-
	MST	r	-	-	-	-	-	-
		p	-	-	-	-	-	-
VG2	MSPA	r	-	-	-	-	-	-
		p	-	-	-	-	-	-
	MSR	r	-	-	-	-	-	-
		p	-	-	-	-	-	-
	MST	r	-	-	-	-	-	-
		p	-	-	-	-	-	-

Tabela 1. Valores dos coeficientes de correlação de Pearson (r) e significância estatística (p) entre as variáveis dependentes dos atributos químicos e físicos dos substratos que apresentaram correlação significativa ($p < 0,05$) com a produção de matéria seca de mudas de alface, pela utilização da rotina PROC-CORR do programa estatístico SAS.

T – testemunha, BG1 – biochar granulometria 1, BG2 – biochar granulometria 2, VG1 – vermiculita granulometria 1, VG2 – vermiculita granulometria 2, MSPA – massa seca da parte aérea, MSR – massa seca as raiz, MST – massa seca total, CE – condutividade elétrica, D – densidade, Pt – porosidade total, Ma – macroporosidade, Mi – microporosidade.



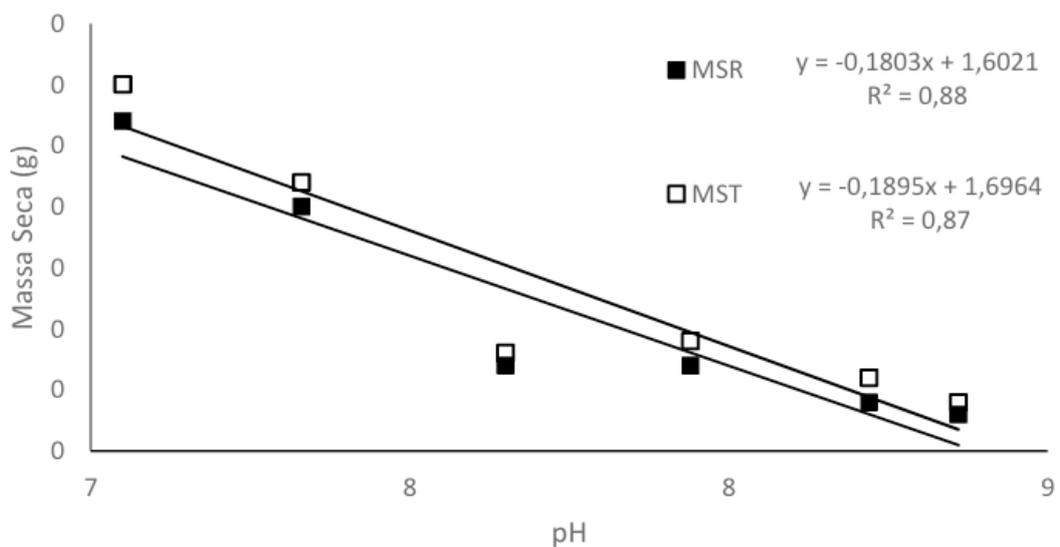
A



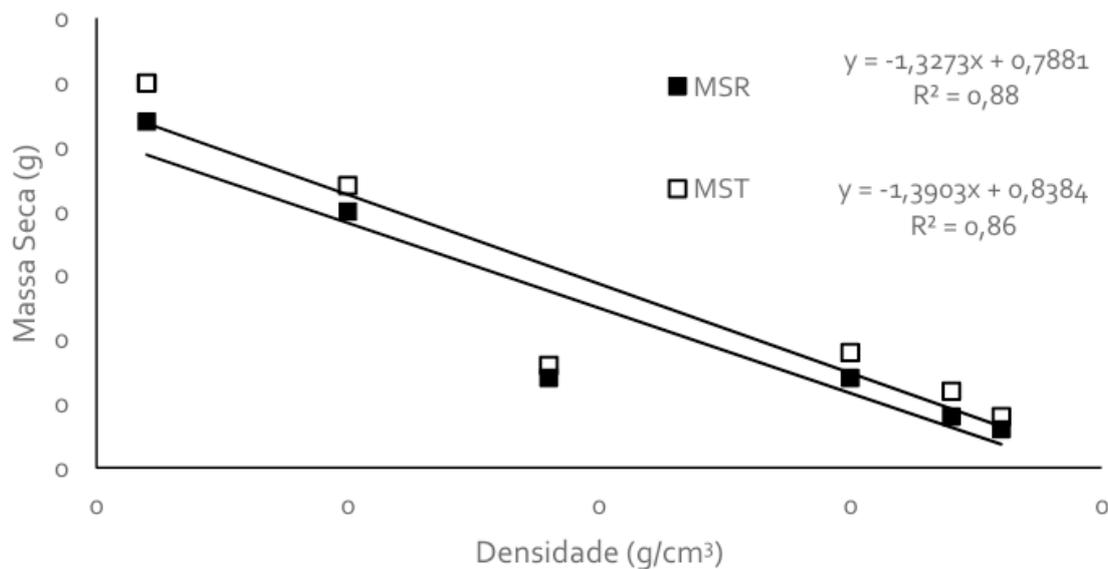
B

Figura 1. A - Interação entre a porosidade total e a produção de massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) no tratamento BG1 (biochar granulometria 1) de cultivo de mudas de alface; B - Interação entre a macroporosidade e a produção de massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) no tratamento BG1 (biochar granulometria 1) de cultivo de mudas de alface.

Já a característica física da densidade também apresentou influência significativa ($p < 0,05$) negativa com relação a produção de massa seca (Tabela 8), ou seja, quanto maior a densidade do material menor a produção de MSR e MST (Figura 2).



A



B

Figura 2. A - Interação entre o pH e a produção de massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) no tratamento BG1 (biochar granulometria 1) de cultivo de mudas de alface; B - Interação entre a densidade e a produção de massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) no tratamento BG1 (biochar granulometria 1) de cultivo de mudas de alface.

Ambientes com pH fortemente ácidos (4,0) ou alcalinos (10,0) influenciam a disponibilidade de nutrientes, especialmente dos macronutrientes N, P, K, S e micronutrientes (MINAMI e SALVADOR, 2010). Os sistemas que apresentam valores de pH mais próximos a neutralidade (6,0 a 7,0), alcançam a máxima absorção de nutrientes e, com isso, melhor desenvolvimento das plantas.

A densidade está diretamente relacionada com a compactação. Para Lima et. al. (2015) na compactação ocorre o aumento de massa por unidade de volume, aumento da densidade, da resistência à penetração de raízes e da microporosidade, que pode causar modificações na retenção de água em função das alterações sofridas na distribuição do diâmetro de poros. Logo, quanto maior a densidade, maior a compactação do material, maior resistência mecânica que as raízes encontram para se desenvolver, de forma a prejudicar o crescimento das plantas.

Para o cultivo de mudas de alface no tratamento VG1, é possível verificar que os atributos químicos e físicos só tiveram influência sobre a produção de massa seca da parte aérea (MSPA), conforme dados apresentados na Tabela 1. Os valores de condutividade elétrica (CE) e macroporosidade (Ma) tiveram influência significativa ($p < 0,05$) positiva com relação a produção de MSPA, ou seja, quanto maior o valor de CE e a quantidade de macroporos maior a produção de massa seca (Figura 3).

De acordo com Minami e Salvador (2010), valores de CE acima de 3,40 dS/m são considerados muito altos e podem causar injúria severa e morte de plantas, já para Lima Junior (2015) valores acima de 4,0 dS/m está além do limite tolerável para

maioria das culturas. De acordo com Klein et al. (2012) os valores de condutividade elétrica considerados adequados para produção mudas de hortaliças se encontra na faixa de 0,75 a 2,0 dS/m. No entanto foi verificado, que quanto maior o valor de CE maior a produção de MSPA, (Figura 3). É possível observar que os atributos físicos de porosidade total – Pt e macroporosidade – Ma apresentaram influência significativa ($p < 0,05$) positiva em relação a condutividade elétrica – CE, ou seja, quanto maior a quantidade de poros e macroporos maior o valor de CE, Tabela 2.

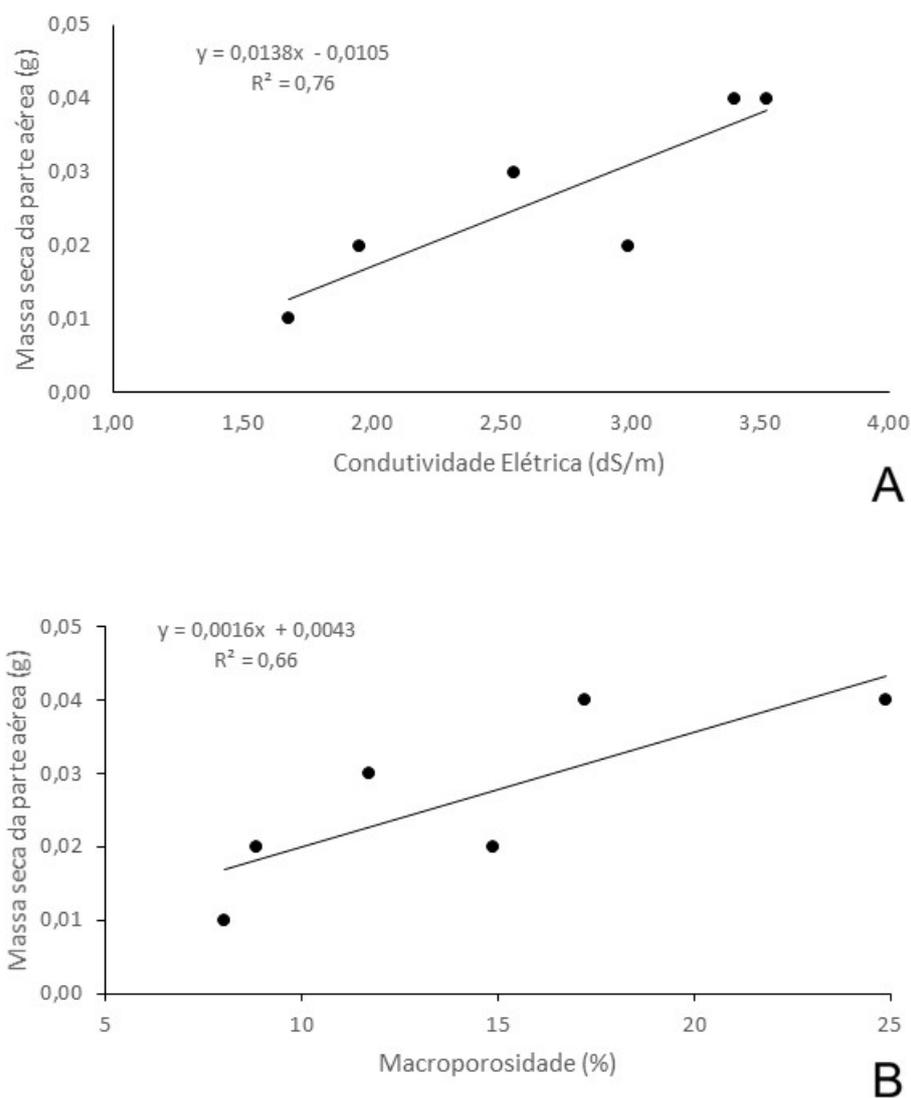


Figura 3. A - Interação entre condutividade elétrica e a produção de massa seca da parte aérea (MSPA) no tratamento VG1 (vermiculita granulometria 1) de cultivo de mudas de alface; B - Interação entre macroporosidade e a produção de massa seca da parte aérea (MSPA) no tratamento VG1 (vermiculita granulometria 1) de cultivo de mudas de alface.

O alto valor de CE deveria ter causado queda na produção de massa seca, no entanto é possível que o aumento da Pt e Ma tenha causado impacto positivo no desenvolvimento das plântulas de forma a disfarçar o efeito nocivo da alta concentração de sais.

Já o atributo físico densidade (D) teve influência significativa ($p < 0,05$)

negativa com relação a produção de MSPA, Tabela 8, ou seja, quanto maior a D menor a produção de MSPA, Figura 4.

VG1		pH	Densidade	Porosidade total	Macroporos	Microporos
CE	r	-0,96	-0,94	0,82	0,92	ns ¹
	p	0,01	0,01	0,05	0,01	ns ¹

Tabela 2. Atributos químicos e físicos, do tratamento VG1 com cultivo de mudas de alface, que apresentaram correlação significativa ($p < 0,05$) em relação a condutividade elétrica, pela utilização da rotina PROC-CORR do programa estatístico SAS.

1. Ns = não significativo ($p > 0,05$)

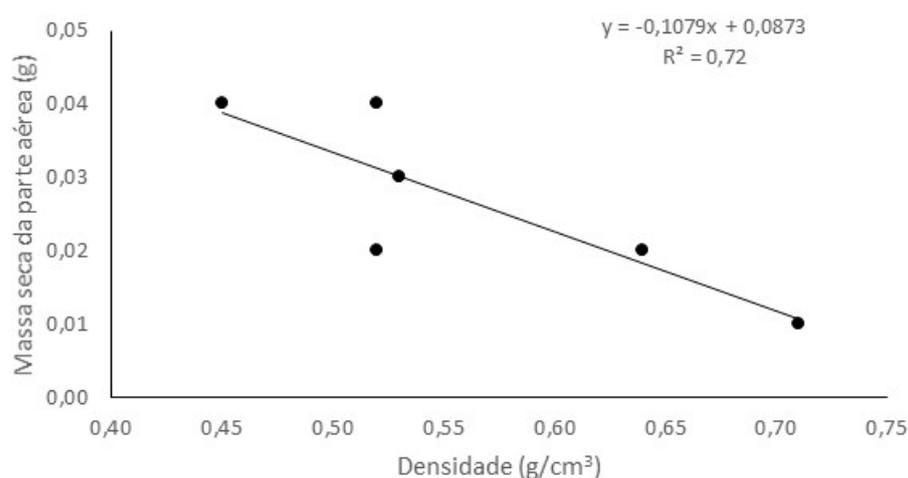


Figura 4. Interação entre densidade e a produção de massa seca da parte aérea (MSPA) no tratamento VG1 (vermiculita granulometria 1) de cultivo de mudas de alface.

De modo, quanto maior a densidade, menor a quantidade de poros e maior a compactação do material, logo as raízes das plantas terão mais dificuldade para se desenvolver de forma a comprometer seu desenvolvimento vegetal.

4 | CONCLUSÕES

Os atributos químicos e físicos dos diferentes tratamentos apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) com relação a produção de massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e massa seca total das mudas de alface.

A adição do carvão vegetal e da vermiculita junto ao composto orgânico, em diferentes doses e granulometrias, interferiu significativamente ($p < 0,05$) na produção de massa seca das mudas de alface. Os substratos BG2-5, BG2-30, VG1-5 e VG1-10 para as mudas de alface apresentaram as melhores produções de matéria seca da parte aérea, raiz e total.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, K. **Comportamento de cultivares de couve-flor sob sistema de plantio direto e convencional em fase de conversão ao sistema orgânico.** Lavras – MG, Universidade Federal de Lavras, 2004.
- ALMEIDA, L. C.; JESUS, F. A.; SANTOS, F. M. S.; FRICKS, A. T.; FREITAS, L. S.; LIMA, A. S.; SOARES, C. M. F. **Avaliação e comparação da eficiência de imobilização de lipase burckolderia cepacia em biochar.** Universidade Tiradentes – Unit. 16ª Semana da Pesquisa – Sempesq. Aracaju - SE, 2014.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, p. 1039-1042, 2011.
- GOMES, R. L. R.; SILVA, M. C.; COSTA, F. R.; LIMA JUNIOR, A. F.; OLIVEIRA, I. P.; SILVA, D. B. Propriedades físicas e teor de matéria orgânica do solo sob diferentes coberturas vegetais. **Revista Faculdade Montes Belos**. Montes Belos-GO, v. 8, nº 5, p. 72-86, 2015.
- HENZ, G. P.; SUINAGA, F. A. **Comunicado técnico 75 – tipos de alface cultivados no brasil.** Brasília-DF: Embrapa Hortaliças, 2009.
- INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. **Compostagem – ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos.** Rio de Janeiro – RJ: Embrapa Solos, 2009.
- KLEIN, C.; VANIN, J.; CALVETE, E. O.; KLEIN, V. A. Caracterização química e física de substratos para a produção de mudas de alface. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre – RS, v. 18, n.2, 11-119, 2012.
- LIMA JUNIOR, A. R.; AGUIAR, R. I.; SILVA, R. C.; BEZERRA, A. C.; SOARES, C. S. Produção de mudas de quiabeiro sob diferentes doses de esterco bovino. **Cadernos de Agroecologia**. Lagoa Seca – PB, v. 10, n. 3, p. 1- 6. 2015.
- MELLO-PEIXOTO, E. C. T., GODOY, C. V. C., SILVA, R. M., GALDINO, M. J. Q., CREMER, E.; LOPES, V. **Compostagem: construção e benefícios.** I Congresso Paranaense de Agroecologia. Pinhais – PR, 2014.
- MELO, D. M. **Reutilização do substrato e concentração da solução nutritiva no cultivo do tomateiro do grupo salada.** Jaboticabal – SP: Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2015.
- MINAMI, K.; SALVADOR, E. D. **Substrato para plantas.** Piracicaba - SP: Editora Degaspari, 2010.
- PINTO, G.J.; SENA, J.O.A.; SOUZA JUNIOR, I. G.; COSTA, A.C.S. Atributos químicos e físicos do composto orgânico, biocarvão e vermiculita para a produção de substratos. Maringá- PR. III Encontro em Agroecologia, Editora Universidade Estadual de Maringá, 2019.
- PRIMAVESI, A. M. **Manejo ecológico dos solos.** Editora Nobel. São Paulo – SP, 2002.
- REZENDE, S. W. **Caracterização de sementes e produção de mudas de cordia superba em sistemas hidropônicos e convencional com diferentes substratos.** Universidade Federal de Lavras. Lavras – MG, 2014.
- SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfacultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v.30, n. 2, p 187-194, 2012.
- SAS Institute 2003. **Statistical analysis system.** Version SAS 9.1.3 (Software). Cary, North Carolina.

USA.

UGARTE, J. F. O.; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. **Rochas e minerais industriais**. Vermiculita. 2ª Edição. Belo Horizonte-MG: Centro de Tecnologia Mineral – CETEM, 2008.

ZIECH, A. R. D.; CONCEIÇÃO, P. C.; LUCHESE, A. V.; PAULUS, D.; ZIECH, M. F. Cultivo de alface em diferentes manejos de cobertura do solo e fontes de adubação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande – PB, v.18, n. 9, p. 948-954, 2014.

RESPOSTA DE VARIEDADE DE CULTIVO ORGÂNICO DE MILHO EM DIFERENTES FONTES DE ADUBO E INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasilense*

Data de aceite: 22/01/2020

Verônica de Jesus Custodio Peretto

Discente do curso de graduação em Agronomia do Centro Universitário Filadélfia (UniFil), Londrina –PR

Higo Forlan Amaral

Dr. docente do curso de Agronomia, Centro Universitário Filadélfia (UniFiL), Londrina - PR. Docente no Programa de Pós-graduação Profissional em Agroecologia da Universidade Estadual de Maringá (PROFAGROECO/UEM).
E-mail: higoamaral@gmail.com

RESUMO: O uso de bactérias promotoras de crescimento vegetal pode tornar-se de primordial função para produção de milho em bases orgânica e agroecológica. O objetivo do trabalho foi avaliar a resposta de variedade de cultivo orgânico de milho em três fontes de adubos nitrogenados e inoculação com *Azospirillum brasilense*. Instalou-se um ensaio em delineamento inteiramente casualizado (em casa de vegetação) em esquema fatorial 3 x 5 com quatro repetições, sendo fator 1: fonte mineral (MIN), orgânica (ORG) e organomineral (ORGM) de N e fator 2: 100% de adubo N, 70% de N, 70% e inoculação com *A. brasilense*, somente inoculação com *A. brasilense* e controle (sem adubo e sem inoculação) para suprir 360 kg de N por ha. Aferiu-se: diâmetro do colmo

(DC), altura de planta (ALP), massa fresca da parte aérea e radicular (MFPA e MFPR), massa seca da parte aérea e radicular (MSPA e MSPR), comprimento de raiz (CR), índice da área foliar (IAF) e nitrogênio da parte aérea (N-aérea). Realizou-se ANOVA, teste Scott-Knott em 5% e, também, Análise de Componentes Principais (ACP). Houve efeito significativo da interação dos fatores para todas as variáveis. De maneira geral, houve maior média de DC e IAF para as adubações ORG e ORGM. Para DC houve maior média na interação ORGM com 70%N+INO, seguida de 100% da dose; já na adubação com ORG obteve maior média em 100% seguida do 70%N+INO, para IAF não houve diferença para 100%N e 70%N+INO. O N-aéreo foi em média maior nas fontes ORG e ORGM; na adubação ORG houve maior N-aéreo em 100%N em relação a 70%N+INO; já para adubação ORGM houve maior N-aéreo em 70%N+INO em relação a 100%N. A variedade de cultivo orgânico de milho foi responsiva a recomendação de redução de 30% de nitrogênio e inoculação de *A. brasilense*, principalmente nas fontes orgânica e organomineral.

PALAVRAS-CHAVE: promoção de crescimento vegetal, bactérias diazotróficas, agricultura orgânica, agroecologia.

RESPONSE OF VARIETY OF CORN ORGANIC CULTIVATION IN DIFFERENT SOURCES FERTILIZER AND INOCULATION OF *AZOSPIRILLUM BRASILENSE*

ABSTRACT: Plant growth bacteria are important resources for the agroecological production of maize, since they can substitute a significant proportion of the fertilization, mainly nitrogen. The objective of this study was to evaluate the response of maize to three sources of fertilizers and nitrogen and inoculation with *Azospirillum brasilense* combinations. The experimental design was completely randomized (in controlled conditions) in a 3 x 5 factorial scheme with four replicates, with factor 1: mineral source (MIN), organic (ORG) and organomineral (ORGM) of N and factor 2: 100%, 70% of N, 70% and inoculation with *A. brasilense*, only inoculation with *A. brasilense* and control (without fertilizer and without inoculation) to supply 360 kg of N per hectare. The following variables were measured: stem diameter (DC), plant height (AP), fresh weight of leaf and root (FWL and FWR), dry weight of leaf and root (DWL and DWR), root length CR), leaf area index (LAI) and leaf nitrogen (N-aerial). The ANOVA was performed, Scott-Knott test at 5% and also Principal Component Analysis (PCA). There was a higher average of DC and IAF for ORG and ORGM fertilizations. For the higher average DC was ORGM interaction with INO + 70% N, then 100% of the dose; in the fertilization with ORG obtained a higher average in 100% followed by 70% N + INO, for IAF there was no difference for 100% N and 70% N + INO. N of leaf was higher in ORG and ORGM sources of fertilizers; mainly in ORG fertilization; already for ORGM fertilization there was higher N-aerial in 70% N + INO in relation to 100% N. The variety of organic corn cultivation was responsive to the recommendation of 30% reduction of nitrogen and inoculation of *A. brasilense*, mainly in the organic and organomineral sources.

KEYWORDS: promotion of plant growth, diazotrophic bacteria, organic agriculture, agroecology.

1 | INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) sempre foi considerado uma importante commodity brasileira seja para a alimentação humana ou para animal e hoje é considerada a segunda cultura mais importante para a agricultura brasileira (IMEA, 2015). Em termos mundiais, o Brasil se encontra em terceiro lugar com 9,2% no âmbito de produção, atrás da produção americana com 34,8% e da China com 20,8% (SEAB/DERAL, 2017).

Segundo CONAB 2016, na porcentagem de produção total de grãos por produto incluindo as duas safras 2016/17, o milho equivale 38,80% no Brasil, ficando atrás apenas da soja com 48,68%. A região mais produtora no Brasil, ainda incluindo as duas safras 2016/17, concentra-se no Centro Oeste (Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Distrito Federal) com 40.091,2 (em mil t) seguida da região Sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) com 24.196,9 (em mil t) (CONAB, 2016).

A preocupação com relação à sustentabilidade dos agroecossistemas, relacionado aos tipos de insumos que os produtores utilizam, vem crescendo cada vez mais, permitindo uma mudança na produção agrícola com o objetivo de manter um equilíbrio no ambiente. É notável a expansão de produtores que estão aderindo a produções mais sustentáveis, tornando possível através de exemplos desses cultivos, que a probabilidade de sistemas atuais de produção de alimentos siga o mesmo caminho (MARIANI; HENRKES, 2015).

De acordo com Araújo e Nas (2002), sementes crioulas ou tradicionais de milho, são populações que possuem uma maior variabilidade genética que podem ser explorados em busca de genes de tolerância ou resistência aos fatores bióticos (doenças) ou abióticos como stress hídrico, vento etc., sem contar com a produção da sua matéria-prima produzida sem o uso de agroquímicos e outros insumos tradicionais. Portanto, a escolha da semente é sem dúvida responsável para o sucesso de 50% do rendimento de uma lavoura (CRUZ, et al. 2010). Segundo IMEA (2015), o estado do Mato Grosso tem sido um dos mais produtores de milho e vem aumentando cada vez mais os custos de produção principalmente com o uso de insumos do milho de alta tecnologia. Entretanto quem lidera o ranking de maior custo de produção do milho no Brasil é o Paraná, com R\$ 4.106,82 mil (1ª safra) por hectare e R\$ 3.126,66 mil (2ª safra) por hectare (SEAB/DERAL, 2017).

O nitrogênio (N) além de ser considerado como um grande fator do aumento de produção, por estar presente na constituição da molécula de proteína dos grãos de milho, coenzimas, ácido nucléico, clorofila etc., também devido a sua alta dinâmica contínua no solo e fica sujeito a grandes perdas por lixiviação em compostos solúveis, exsudação pelas raízes e principalmente por volatilização da parte aérea em forma de amônia, torna-se essencial seu eficiente manejo (FERREIRA, et al. 2001).

Aliado ao aperfeiçoamento dessas técnicas econômicas para melhor produção da agricultura não convencional, segundo Santos et al, (2012), a fixação biológica do nitrogênio (FBN) realizada através das bactérias fixadoras de nitrogênio (N_2) conhecidas como diazotróficas é uma tecnologia que pode minimizar o uso de insumos aumentando a sustentabilidade.

Por sua vez, as bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP) correspondem a um grupo de microrganismos benéficos às plantas, aumentam a atividade das enzimas redutase nitrato na transformação do nitrato (NO_3^-) quando crescem endofiticamente nas plantas; na produção de hormônios como auxinas, citocininas, giberilinas, etileno entre outras moléculas e atuam no controle biológico contra ataques de patógenos. Portanto, com a atividade em conjunto de todos esses mecanismos acredita-se que é possível alcançar o crescimento das plantas (HUNGRIA, 2011).

A nova geração que a agricultura vivencia cada vez mais a favor da tecnologia, sustentará o estabelecimento para a agricultura orgânica adaptada para o Brasil, proporcionando a oportunidade para um potencial criado para atender as demandas

nacionais e internacionais (MAPA, 2006).

Segundo Freitas e Rodrigues (2010), ainda existem vários estudos relacionados com relação à forma de associação de *Azospirillum brasilense*, seja por adesão, infecção e colonização da bactéria em gramíneas, mas há também grandes indícios de que *A. brasilense* não somente ajuda na fixação do nitrogênio, como também no aumento da superfície de absorção das raízes, devido à modificação da morfologia pela inoculação.

Embasado nesse contexto buscando um maior rendimento econômico na absorção de nitrogênio aliadas a sustentabilidade agrícola, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta vegetativa e absorção de nutrientes de variedade de cultivo orgânico de milho com três fontes de nitrogênio e inoculação com *Azospirillum brasilense*.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram em casa de vegetação, localizada no Campus Palhano do Centro Universitário Filadélfia, no município de Londrina – Pr. Brasil. Segundo a classificação de Köppen, o clima de Londrina é do tipo Cfa, caracterizado como subtropical úmido, com chuvas em todas as estações, podendo ocorrer secas no período de inverno. Geralmente, a temperatura média do mês mais quente é superior a 25,5 °C e a do mês mais frio, inferior a 16,4 °C.

De acordo com o resultado da análise química (Tabela 1), e recomendações para a cultura, realizou-se a adubação de correção e incorporação ao solo com 200 kg ha⁻¹ de K₂O com KCl e 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅ com Super Fosfato Simples, 20 dias antes do plantio. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 2013). Esse solo foi colocado em vasos de 3,5 litros, 2 dias antes da semeadura.

pH	H+Al	MO	P	N _{total}	Ca	Mg	K	V%	CTC
		g.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	g.dm ⁻³	-----	-----	cmol _c .dm ⁻³	-----	-----
5,4	4,44	45,85	4,15	2,29	8,08	2,28	0,25	70,59	15,09

Tabela 1. Características químicas de Latossolo Vermelho distroférico na profundidade de 0 a 20 cm.

Sendo: pH em CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹; MO Walkley-Black; N (total): Mo x 0,05; P, K, e Na em Mehlich – 1; Ca, Mg, Al⁺³ em por KCl 1 mol L⁻¹. CTC em pH 7,0.

O delineamento utilizado para os experimentos foi Inteiramente Casualizado (DIC) em esquema fatorial 3 x 5 com quatro repetições. O Fator 1 foi considerado com a fonte do adubo nitrogenado: mineral (MIN), orgânica (ORG) e organomineral (ORGM). O Fator 2 foi considerado a inoculação com *Azospirillum brasilense*

e a quantidade de N na adubação, neste caso, foi delineado de acordo com o recomendado por Hungria (2011) que descreveu a redução de 30% da adubação nitrogenada em milho quando inoculado com *A. brasilense*. Portanto, considerou-se para o fator 2: 70% da quantidade de N sem inoculação (70% de N), 100% da quantidade de N sem inoculação (tratamento tradicional) (100% de N), 70% da quantidade de N com inoculação (recomendação de Hungria 2011) (70% + INOC), 0% de N com inoculação (INOC), e 0% de N sem inoculação (CTRL).

As adubações nitrogenadas foram com base na quantidade de 360 kg.ha⁻¹ de N. O adubo de origem MIN utilizado foi ureia de concentração 45% de N e incorporado com 1,9 g por vaso com uma estimativa de 604,8 kg.ha⁻¹, os adubos de fonte ORG e de ORGM foram da empresa Minorgan, o ORG – Fertilizante Organfertil de concentração 02% de N, 03% de P₂O₅ e 03% de K₂O, 57% de matéria orgânica e um pH 8,3 foi incorporado ao solo com 95 g por vaso, com uma estimativa de 30,239 t.ha⁻¹ e o adubo ORGM - Fertilizante Minorgan Milho de concentração 04% de N, 08% de P₂O₅ e 06% de K₂O foi incorporado com 48 g por vaso, com uma estimativa de 15,279 t.ha⁻¹. As sementes utilizadas foram de origem de cultivo orgânico da cultivar BRS Caimbé, lote 11/04/2016; 85% de poder germinativo; 86% de pureza e da safra 2016/17 com selo de certificação IBD. A variedade é de ciclo precoce, recomendada para as condições de safra e safrinha e adaptada para as principais regiões produtoras do país como Centro Oeste, Sudeste, Nordeste do Brasil e para o Paraná (Norte, Noroeste e oeste do estado). Por ser uma variedade, suas sementes são viáveis para ser replantadas em safras posteriores, ela é uma nova opção para o mercado brasileiro de baixo investimento.

Para a inoculação foi utilizado o produto comercial líquido Azototal®, contendo estirpes Abv 5 e Abv 6 de *Azospirillum brasilense* de natureza líquida, suporte utilizado água, densidade 1,0 g cm⁻³. A inoculação foi realizada em uma dosagem recomendada pelo produto, proporcional a 100 mL do inoculante por saca de 60.000 sementes. Após a homogeneização do produto nas sementes em um recipiente de plástico deixou descansar por aproximadamente 30 minutos antes do plantio.

A semeadura foi realizada de forma manual com auxílio de pinça em aproximadamente cinco centímetros de profundidade com cinco sementes por vaso de três litros e meio totalizando 60 vasos. As plantas foram conduzidas em casa de vegetação com temperatura controlada. No estágio V3 onde a planta de milho se encontra no estágio vegetativo com três folhas já desenvolvidas houve um desbaste deixando apenas duas plantas por vaso, e conduzidas até o estágio vegetativo V8 onde as plantas se encontravam com oito folhas já desenvolvidas.

Para coleta dos parâmetros de desenvolvimento foram aferidos: diâmetro do colmo (DC); altura de planta (ALP); massa fresca e seca da parte aérea (MFPA e MSPA); massa fresca e seca da parte radicular (MFPR e MSPR); comprimento de

raiz (CR). Para avaliação da MSA e MSR, as folhas e raízes foram acondicionadas em sacos de papel colocados em estufa a 68° por 72 horas. Também foi aferido o comprimento (CFB) e largura da folha bandeira (LFB) para cálculo do índice da área foliar (IAF). Para determinação do IAF seguiu-se o que descreve Guimarães et al. (2002) pela fórmula $IAF = 0,7458 * LFB * CFB$. Para análise do N da parte aérea a MSPA foi encaminhada para laboratório comercial seguindo análise de DRIS realizada segundo padrão da LABORSOLO® Laboratórios. Para aferição da ALP, CR, CFB e LFB esses parâmetros foram mensurados com o auxílio de uma fita métrica logo após serem retiradas dos vasos e para a aferição do DC foi utilizado um paquímetro.

Para análise dos dados foi aplicada Análise de Variância (ANOVA) e teste Scott-Knott e em 5% de probabilidade, pelo software ASSISTAT. Também foi aplicado análise de componentes principais (ACP) pelo software PAST.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sobre a variável diâmetro de colmo (DC) (mm), houve diferença estatística entre os tipos de adubos, apresentando média superior na adubação com ORGM, seguida do ORG e depois MIN (ureia). Não houve diferença estatística entre os tratamentos 70% de N, 100% de N e 70% + INOC que apresentou médias superiores, e com diferença estatística somente para os tratamentos INOC e CTRL obtendo médias inferiores (Figura 1).

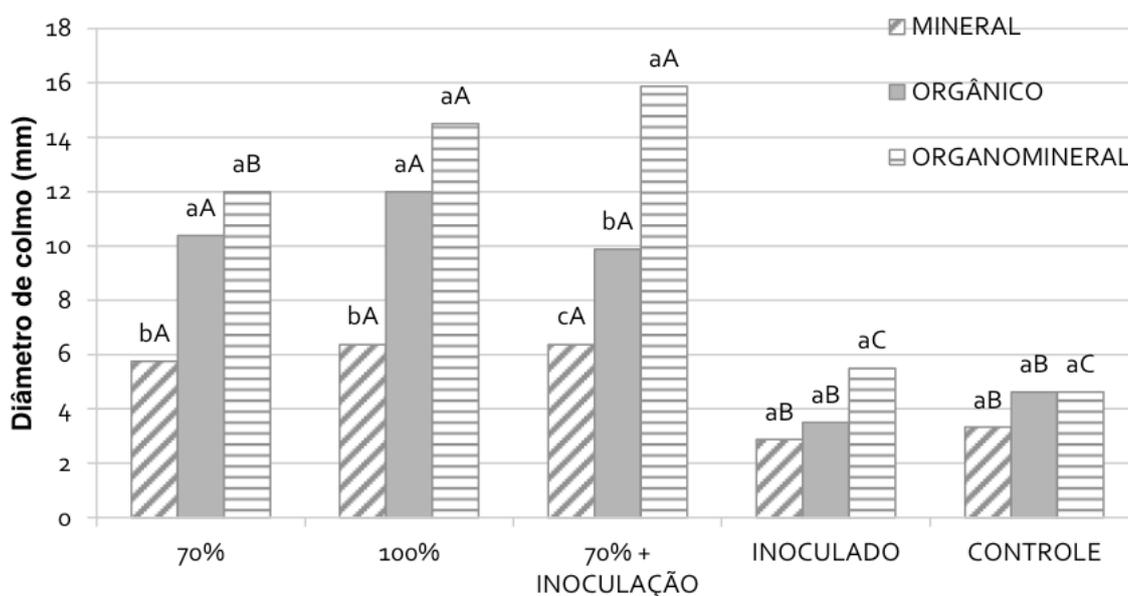


Figura 1. Médias de índice de diâmetro de colmo (mm) de milho em três fontes de adubos (mineral, orgânico e organomineral) e combinações de adubações nitrogenadas e inoculação com *Azospirillum brasilense*. Letras minúsculas iguais no fator A (tipo de adubo) e letras maiúsculas iguais no fator B (dose de N e inoculante) não diferem pelo teste Scott-Knott 5%.

Para DC houve maior média na interação ORGM com 70% + INOC, seguida de 100% de N não diferindo estatisticamente a adubação com ORG obteve maior média na interação 100% de N não diferindo estatisticamente da dosagem 70% de N, diferindo estatisticamente na interação ORG com 70% + INOC (Figura 1). Estudos recentes de Junges et al. (2015), sementes inoculadas com *A. brasilense* de maneira isolada, não influenciou no desenvolvimento do DC revelando que apenas a inoculação via suco, proporcionou um incremento no peso de mil grãos. Entretanto, o tratamento em que se utilizou a 70% + INOC apresentou um melhor rendimento de DC com uma média de 15,88 mm, comprovando o observado por Dartora (2013), que verificou que a inoculação com duas estirpes Ab-V5 (*Azospirillum brasilense*) e SmR1 (*Herbaspirillum seopedicae*) também proporcionou maior DC. Com relação à altura de plantas (ALP) (cm) não houve diferença estatística entre os tipos de adubos MIN (ureia) e ORGM entretanto, houve diferença estatística na fonte ORG apresentando uma média inferior (Figura 2).

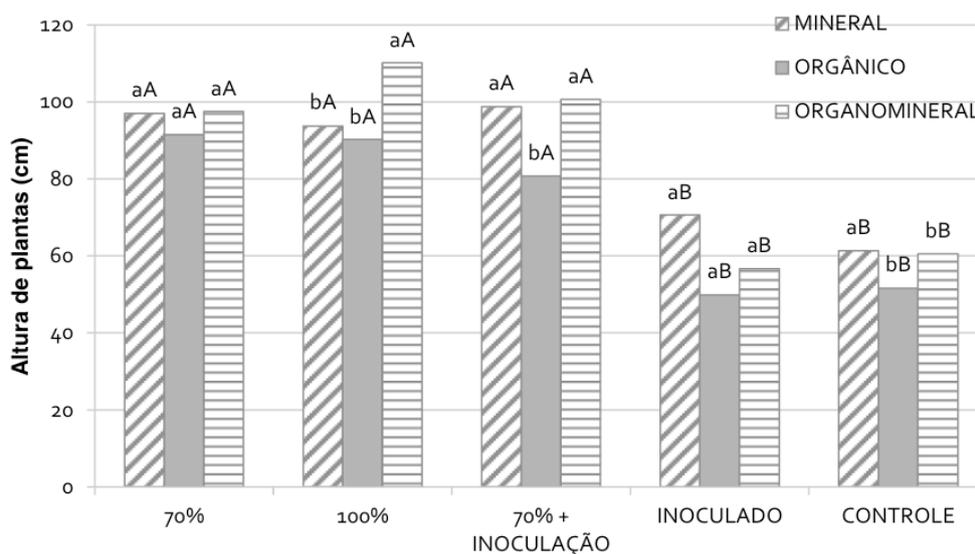


Figura 2. Médias de altura de plantas (cm) de milho em três fontes de adubos (mineral, orgânico e organomineral) e combinações de adubações nitrogenadas e inoculação com *Azospirillum brasilense*. Letras minúsculas iguais no fator A (tipo de adubo) e letras maiúsculas iguais no fator B (dose de N e inoculante) não diferem pelo teste Scott-Knott 5%.

Quanto às doses nitrogenadas avaliadas, não ocorreu diferença estatística entre os tratamentos 70% de N, 100% de N e 70% + INOC apresentando melhores médias, ocorrendo diferença estatística somente no tratamento INOC e CTRL, com médias inferiores (Figura 2).

Para ALP houve maior média na interação ORGM mais 100% de N, entretanto não diferindo estatisticamente de ORGM 70% + INOC, seguido de uma maior média na interação MIN com 70% + INOC e 70% de N e diferindo estatisticamente da interação com 100% de N (Figura 2). Basi (2013), observou em um experimento que sementes com e sem *A. brasilense* acrescidas de doses crescentes de nitrogênio (ureia), resultaram em uma maior ALP (cm) quando havia tratamento de sementes

com *A. brasilense* mais uma dose nitrogenada, e um decréscimo na altura a partir da dose máxima de nitrogênio.

Dartora (2013), verificou que não houve interação significativa na altura de plantas com a inoculação de *A. brasilense* e *H. seropedicae* mais adubação nitrogenada, corroborando os dados do presente trabalho que apresentou uma maior ALP no tratamento com 100% de N com uma média de 110,13 cm, sem inoculação (Figura 2).

Quanto à fonte nitrogenada ORGM foi avaliada como a maior média entre as demais. Cancellier (2011), também relatou uma maior tendência de ALP de milho em maiores doses de esterco bovino junto com adubação química, ou seja, em uma combinação ORG + MIN.

Referente à variável massa fresca da parte aérea MFA (g), houve diferença estatística entre os três tipos de adubos avaliados, apresentando uma média superior no adubo ORGM, seguido do ORG e depois MIN (ureia). Sobre as doses não houve diferença estatística entre os tratamentos 70% de N, 100% de N e 70% + INOC mas diferiram dos tratamentos INOC e CTRL (Figura 3a).

De acordo com o experimento avaliado por Neto et al. (2014), foi verificado que doses crescentes de *A. brasilense* em aveia preta, proporcionaram um maior rendimento na MFA e na massa fresca do sistema radicular MFR, evidenciando que o *A. brasilense* contribui para a alteração do funcionamento das raízes e proporcionam mudanças morfológicas destas e dos pelos radiculares.

Assim sendo, avaliando estatisticamente a MFA, obteve-se uma maior significância na interação ORGM com 70% + INOC não diferindo estatisticamente das doses %100 de N e %70 de N. O adubo ORG, apresentou maior média na interação ORG com %100 de N, mas diferiu estatisticamente da interação ORG mais %70 + INOC e 70% da dose (Figura 3a).

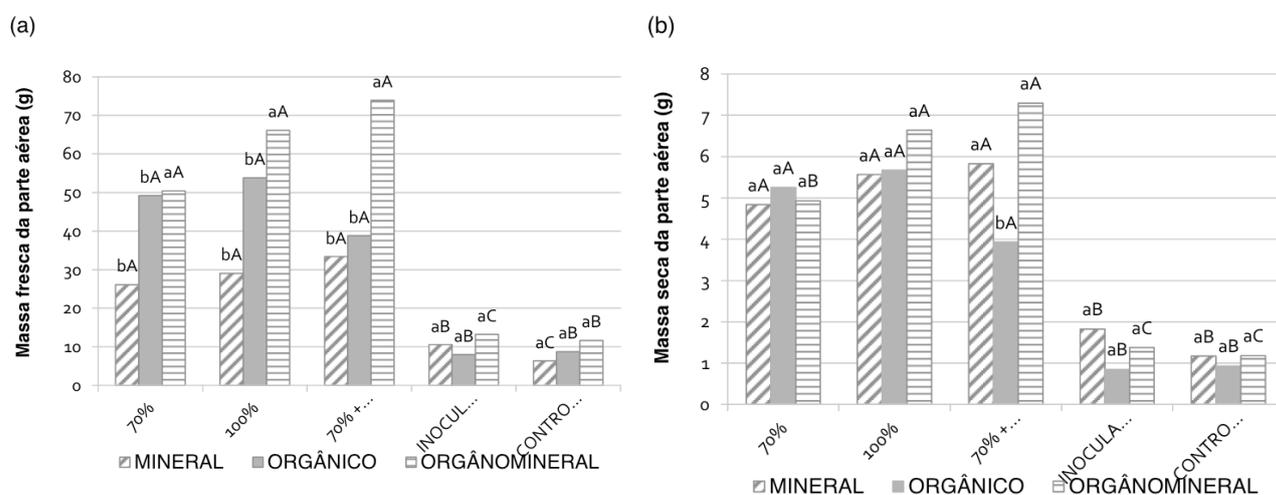


Figura 3. (a) Médias de massa fresca da parte aérea e (b) médias de massa seca da parte aérea de milho em três fontes de adubos (mineral, orgânico e organomineral) e combinações de adubações nitrogenadas e inoculação com *Azospirillum brasilense*. Letras minúsculas iguais no fator A (tipo de adubo) e letras maiúsculas iguais no fator B (dose de N e inoculante) não diferem pelo teste Scott-Knott 5%.

Sobre a massa seca da parte aérea MSA (g) não houve diferença estatística entre os tipos de adubos, apresentando diferença estatística somente entre as doses de nitrogênio, apresentando médias superiores nas adubações 70% de N, 100% de N e 70% + INOC e inferiores no INOC e CTRL. Castoldi et al. (2011), não observaram diferença estatística entre os sistemas de adubação MIN, ORG e ORGM no valor da MSA de milho para produção de silagem (Figura 3b).

No entanto do ponto de vista econômico, o resultado do presente trabalho foi considerável, visto que se adquiriu uma média superior de MSA na interação da fonte ORGM com 70% + INOC, obtendo uma redução de custo economizando 30% da dose nitrogenada recomendada.

Sobre a massa fresca da parte radicular (MFR) (g), houve diferença estatística entre os tipos de adubos apresentando médias superiores nos adubos ORG e ORGM, com média inferior no adubo MIN. Quanto às doses, obteve-se maiores médias nas dosagens 70% de N, 100% de N e 70% + INOC, e média inferior nas dosagens INOC e CTRL (Figura 4a).

De acordo com a interação entre os fatores obteve-se maior média no adubo ORGM com 70% + INOC diferindo estatisticamente das demais doses. O adubo ORG obteve melhor média na interação com 70% de N não diferindo estatisticamente da dose 100% de N (figura 4a). De acordo com Quadros (2009), existe uma possibilidade de que o *A. brasilense* ao liberar os fitohormônios como a auxina, giberelina e citocinina, esses ajudam no desenvolvimento de pelos radiculares e raízes secundárias, o que pode ter ajudado no acúmulo de MFR verificado no adubo organomineral, visto que obtém a junção dos nutrientes minerais de liberação mais rápida e orgânica de liberação mais lenta, o que também pode ter atribuído uma média superior comparada na junção do adubo ORG com 100% da dose, pelo fato desse adubo possuir uma liberação mais gradativa.

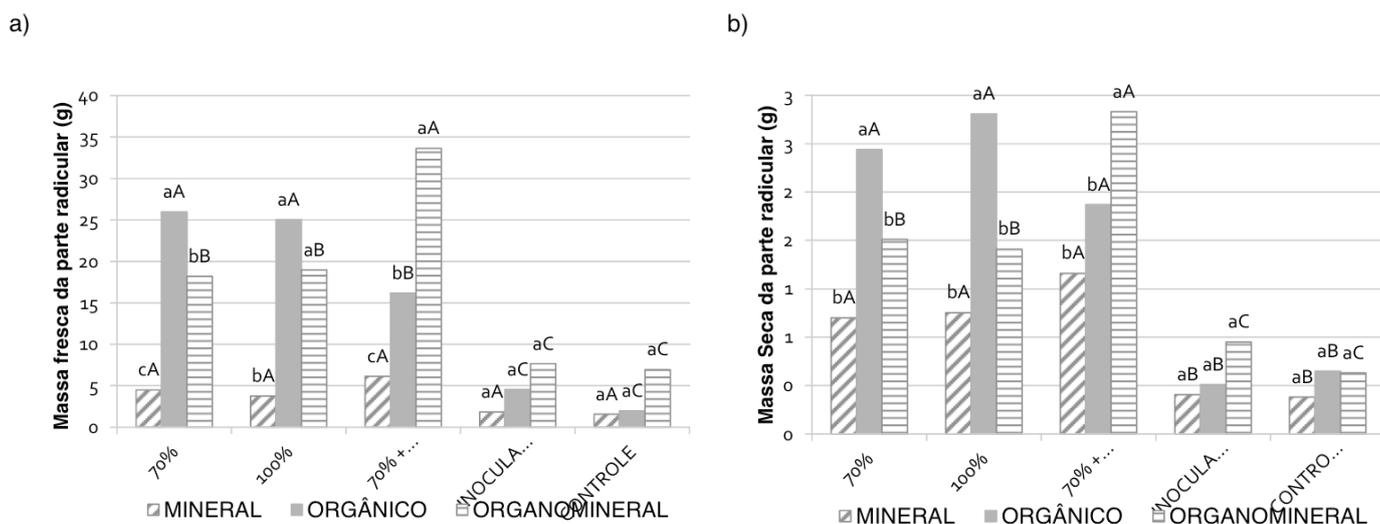


Figura 4. (a) Médias de massa fresca da parte radicular e (b) médias de massa seca da parte radicular de milho em três fontes de adubos (mineral, orgânico e organomineral) e combinações de adubações nitrogenadas e inoculação com *Azospirillum brasilense*. Letras minúsculas iguais no fator A (tipo de adubo) e letras maiúsculas iguais no fator B (dose de N e inoculante) não diferem pelo teste Scott-Knott 5%.

Avaliada a massa seca da parte radicular (MSR) (g), não houve diferença estatística nos tipos de adubo ORG e ORGM que apresentaram médias superiores, comparados ao adubo MIN. Com relação às doses, não houve diferença estatística nas doses 70% de N, 100% de N e 70% + INOC (Figura 4b).

Ao avaliar a interação dos fatores, houve maior média na combinação do ORGM com 70% + INOC diferindo estatisticamente das demais doses, sendo que o adubo ORG se sobressaiu na interação com 100% de N e 70% de N, não diferindo estatisticamente entre eles.

Analisando a variável comprimento de raiz (CR) (cm) houve diferença estatística entre os tipos de adubos utilizados apresentando média superior à adubação ORGM, e inferiores para os adubos MIN e ORG. Com relação às doses nitrogenadas, não foram verificados diferenças estatísticas entre si (Figura 5).

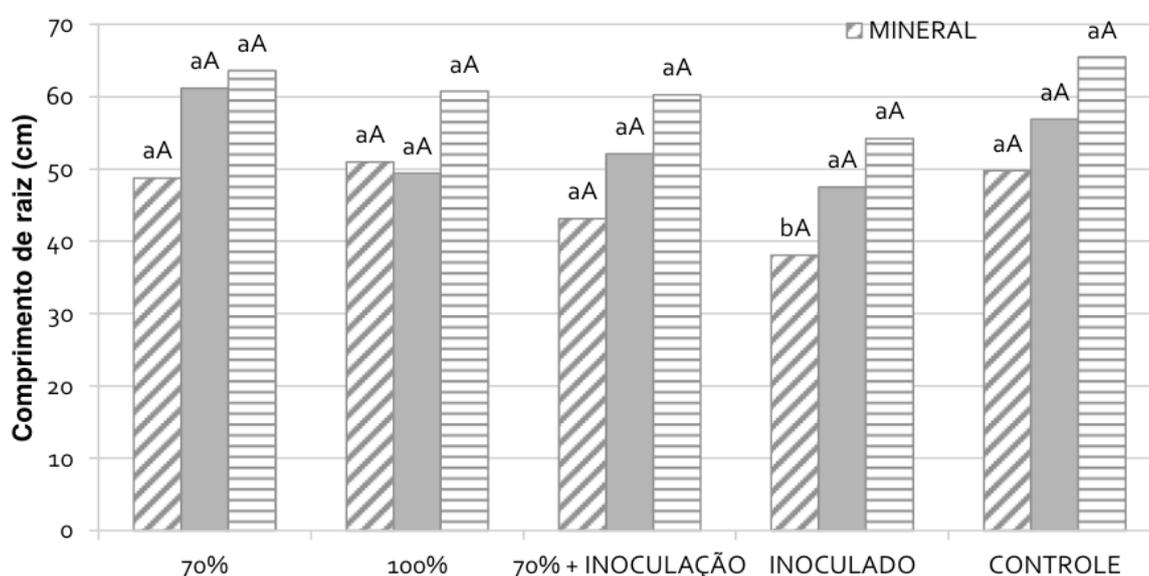


Figura 5. Médias do comprimento radicular (cm) de milho em três fontes de adubos (mineral, orgânico e organomineral) e combinações de adubações nitrogenadas e inoculação com *Azospirillum brasilense*. Letras minúsculas iguais no fator A (tipo de adubo) e letras maiúsculas iguais no fator B (dose de N e inoculante) não diferem pelo teste Scott-Knott 5%.

Ao avaliar a interação dos fatores apesar de não ter tido diferença estatística entre nenhum tipo de dose aferida, o adubo ORGM apresentou médias superiores em todas as doses, principalmente no solo branco. Segundo Moraes (2015), a adição de fertilizante nitrogenado sem inoculação, atribui uma maior média de ALP, DC, MFA, MSA, MFR e MSR no desenvolvimento de plantas de milho, diferindo somente no comprimento de raiz onde não havia adubação nitrogenada, justificando que isso ocorre devido à ausência do nitrogênio nos solos, o que faz com que as raízes tendem a crescerem mais em busca do nutriente.

Sobre o índice de área foliar (IAF) (cm²), das plantas de milho, verificou-se diferença estatística entre os tipos de adubos, obtendo uma maior significância na fonte ORGM e com médias inferiores nas fontes com MIN e ORG. Não houve

diferença estatística entre as dosagens 70% de N, 100% de N e 70% + INOC, mas médias inferiores foram encontradas nos tratamentos INOC e CTRL (Figura 6).

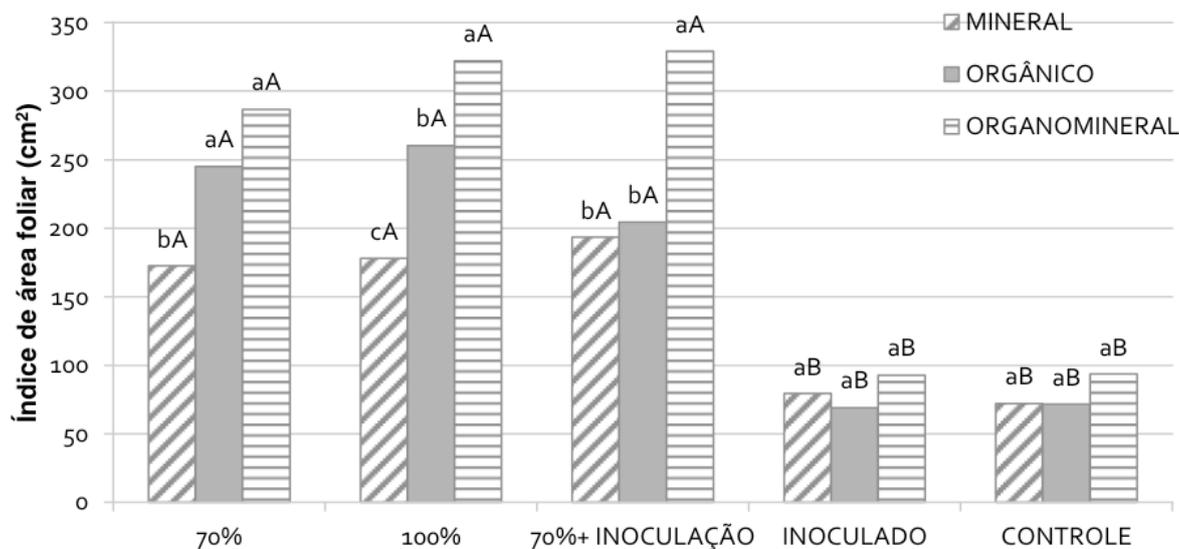


Figura 6. Médias do índice da área foliar (cm²) de milho em três fontes de adubos (mineral, orgânico e organomineral) e combinações de adubações nitrogenadas e inoculação com *Azospirillum brasilense*. Letras minúsculas iguais no fator A (tipo de adubo) e letras maiúsculas iguais no fator B (dose de N e inoculante) não diferem pelo teste Scott-Knott 5%.

De acordo com a estatística entre os dois fatores, obteve-se uma maior significância na interação ORGM com 70% + INOC, não diferindo estatisticamente de 70% de N e 100% de N, seguindo com melhores média a adubação ORG, apresentou média superior na interação com 100% de N seguida de 70% (Figura 6). De acordo com Veloso et al. (2009), as dosagens maiores de N, proporcionaram um aumento do IAF no milho, entretanto com uma tendência em um ponto máximo de IAF em doses mais elevadas. Isso evidencia um resultado compensador no tratamento 70% + INOC onde se obteve uma média superior comparada com 100% de N e economia de 30% da dosagem.

Sobre o N-aéreo (g kg⁻¹), houve diferença estatística entre os tipos de adubos apresentando média superior na adubação ORG, seguida da ORGM e MIN (ureia). Quanto as doses verificou-se maior significância nas médias em 100% de N e 70% + INOC, seguida da 70% de N, depois INOC e por último CTRL. Na relação entre os fatores, na adubação ORG houve maior N-aéreo em 100% de N em relação a 70% + INOC; e para adubação ORGM houve maior N-aéreo em 70% + INOC em relação a 100%N (Figura 7).

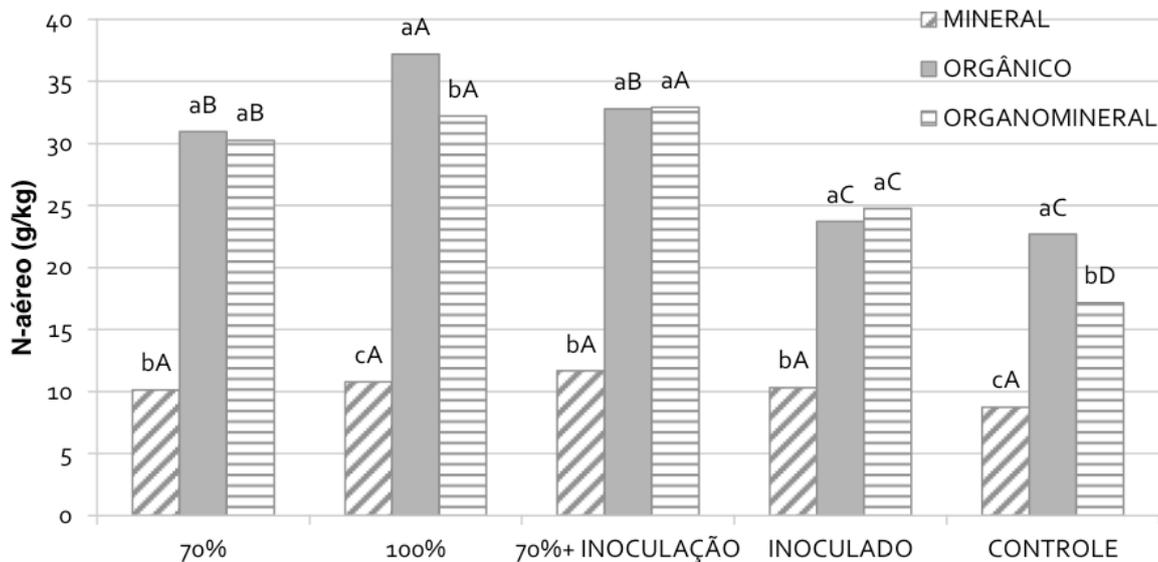


Figura 7. Médias de N-aéreo (g kg^{-1}) de milho em três fontes de adubos (mineral, orgânico e organomineral) e combinações de adubações nitrogenadas e inoculação com *Azospirillum brasilense*. Letras minúsculas iguais no fator A (tipo de adubo) e letras maiúsculas iguais no fator B (dose de N e inoculante) não diferem pelo teste Scott-Knott 5%.

Para que se faça uma indicação de adubação nitrogenada adequada para a planta, exija-se uma expectativa do rendimento de grãos e o teor de matéria orgânica para liberação de N em tempo hábil para a planta. Com base em Argenta, et al. (2002) e Veloso et al. (2009), apresentaram resultados de um experimento adubado com dose crescente no intervalo de 0 a 200 kg N ha^{-1} de ureia, houve uma maior concentração de nitrogênio nas folhas de milho proporcionalmente as doses de nitrogênio.

Pela Análise de Componentes Principais (ACP) observou-se que apenas CR e N-aéreo correlacionou-se abaixo de 85% no 1º componente da ACP (Figura 8). Assim, a maioria dos parâmetros avaliados tem alta correlação positiva ao longo do eixo X (Figura 10).

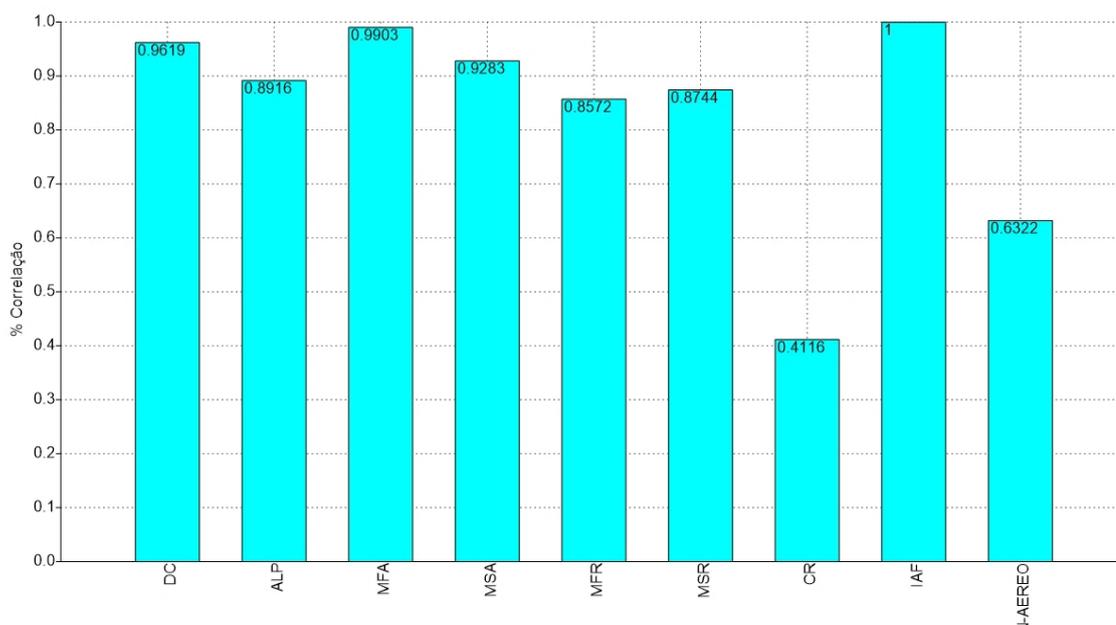


Figura 8. Percentual (%) de correlação de parâmetros de milho no 1º componente da ACP avaliando três fontes de adubo e combinação de nitrogênio e *A. brasilense*.

No 2º componente, que é correspondente ao eixo Y, observou-se que o maior valor % de correlação positiva foi de 72,89% no N-aéreo, seguido 59,28% do CR (Figura 9). Negativamente, ALP e MSA demonstraram, respectivamente, -44,1% e -30,32 (Figura 9).

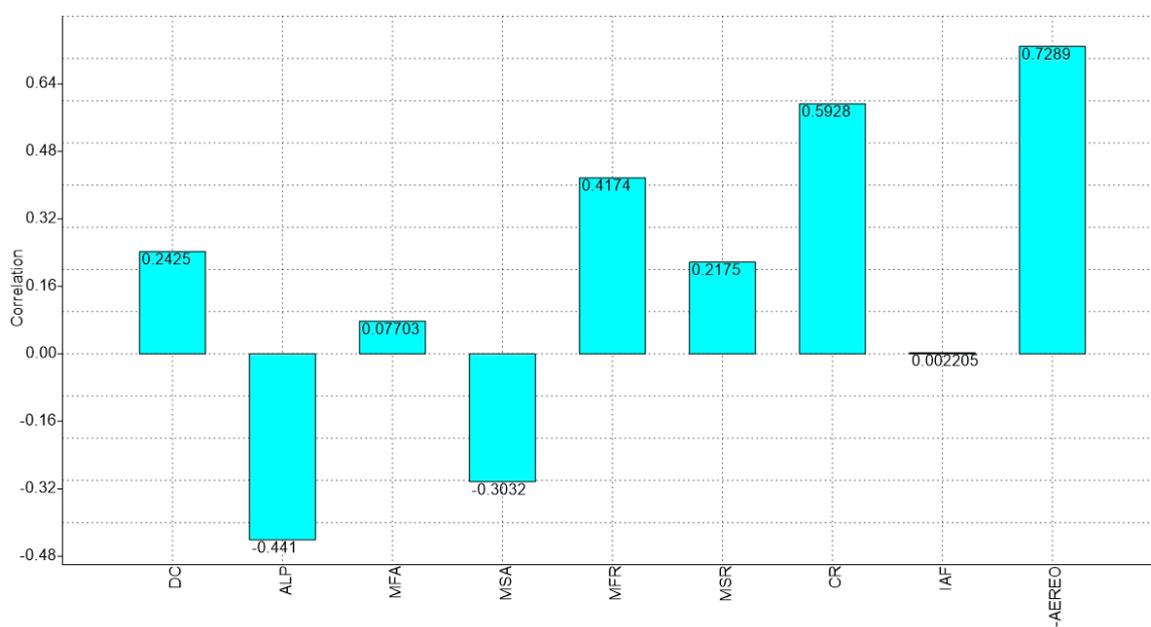


Figura 9. Percentual (%) de correlação de parâmetros de milho no 2º componente da ACP avaliando três fontes de adubo e combinação de nitrogênio e *A. brasilense*.

De acordo com Malavolta et al. (1997) e Raij et al. (1996) os teores adequados de N nas folhas vão de 27,5 a 32,5 g de N kg⁻¹ e de 27 a 35 g de N kg⁻¹. O presente

trabalho verificou que os teores de N na interação do adubo ORG com a maior dose nitrogenada (100% de N) apresentaram uma média além da expectativa com 37,40 g de N kg⁻¹, seguido da interação do adubo ORGM mais 70% + INOC com 33,34 g de N kg⁻¹ nas plantas de milho.

Segundo Ciancio (2010), o N encontrado nos fertilizantes orgânicos encontra-se na forma de aminoácidos e proteínas, tornando este elemento disponível às plantas de maneira gradativa, evitando perdas por lixiviação, apesar da sua liberação mais lenta, proporcionando algumas vantagens como maior produtividade de grãos de milho, acúmulo da MFA, MAS, MFR, MSR e N na parte aérea do milho.

De acordo com Bissani et al. (2008), existe uma baixa concentração de N, P e K nos adubos orgânicos, podendo ser completados com adubação mineral para que as plantas aproveitem melhor os nutrientes sobre um sincronismo de liberação ao longo do seu crescimento. Deste modo, deve haver uma recomendação racional dos adubos organominerais, pois a demanda de nutrientes exigidos pelas plantas é diferente da necessidade de correção.

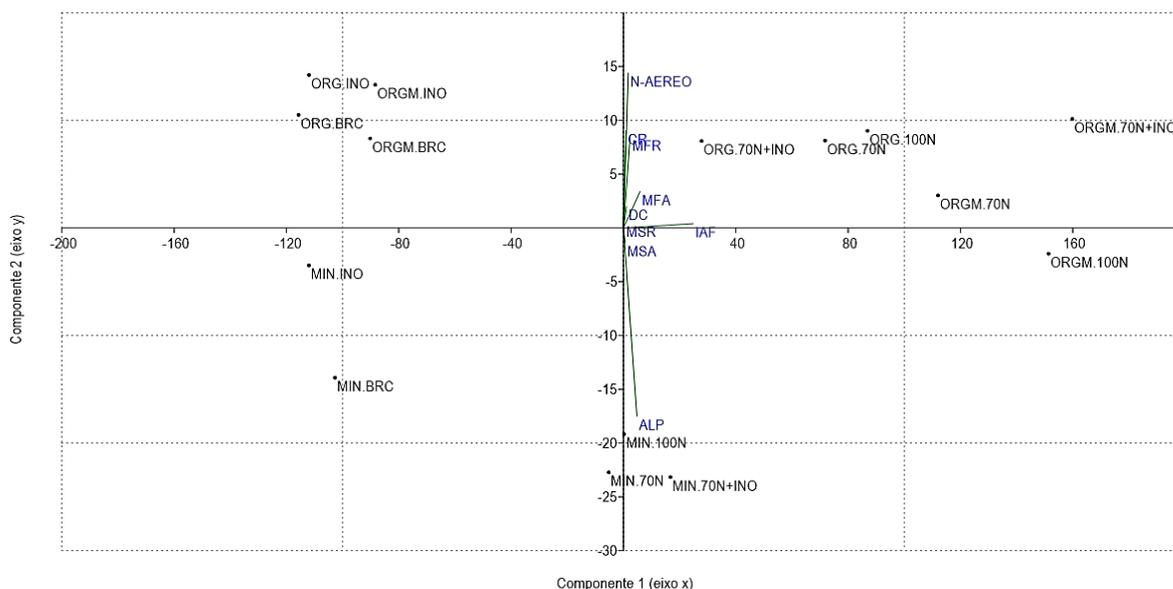


Figura 10. Análise de Componentes Principal (ACP) de parâmetros de milho sob três fontes de adubo e combinação de doses de nitrogênio e *A. brasilense*.

No eixo X o tratamento ORGM.70N+INO foi que se posicionou em maior destaque no quadrante 1 (eixos X e Y positivos) de maior correlação IAF e N-aéreo (Figura 10). Os tratamentos que receberam a adubação mineral (MIN) se posicionaram na região negativa do eixo Y e houve maior correlação com ALP (Figura 10).

Segundo Andreola et al (2000), quando se comparada adubação de resíduos orgânicos com a adubação mineral, as respostas de trabalhos tem sido variadas. Isso devido ao fato que os materiais orgânicos variam muito quanto a sua composição química, dosagem para que satisfaça as exigências nutricionais das plantas,

condições da mineralização (atividade bacteriana), grau de fertilidade do solo, concentração de nutrientes e da espécie do vegetal.

Portanto, considerando a variabilidade desses fatores, a eficiência de materiais orgânicos comparados com os fertilizantes minerais, pode ser superior Rech et al. (2006), avaliou os componentes de rendimentos e rendimentos de sementes kg/há¹ de abobrinha; não apresentar diferenças na produção Castoldi et al. (2011), na produção de silagem com milho; ser inferior Chiconato et al (2013), onde a massa seca da parte aérea do alface a adubação mineral sobressaiu ou produtivas com ambas juntas Pereira et al. (2012), onde a adubação organomineral promoveu maior produtividade no milho no incremento de adubação de cama de aviário mais NPK.

4 | CONCLUSÃO

A fonte de adubo organomineral proporcionou maior desenvolvimento das plantas de milho, principalmente na dose de 100% de nitrogênio e 70% mais inoculação com *A. brasilense*.

A adubação orgânica proporcionou maior absorção de nitrogênio da parte aérea na proporção de 100% de nitrogênio e 70% mais inoculação com *A. brasilense*.

A variedade orgânica de milho foi responsiva a recomendação de redução de 30% de nitrogênio e inoculação de *A. brasilense*, principalmente nas fontes orgânica e organomineral.

REFERÊNCIAS

ANDREOLA, F. et al. A Cobertura Vegetal De Inverno E A Adubação Orgânica e, ou, Mineral Influenciando a Sucessão Feijão/Milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 24:867-874, 2000. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/1802/180218338018.pdf>>. Acesso em 27 set. 2017.

ARAUJO, P.M. ; NASS, L.L. Caracterização e Avaliação de Populações de Milho Crioulo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 3, p.589-593, jul./set. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162002000300027>. Acesso em: 19 abr. 2017.

ARGENTA, G. et al. Parâmetros de planta como indicadores do nível de nitrogênio na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 37, n. 4, p. 519-527, abr. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v37n4/9086.pdf>>. Acesso em 11 out. 2017.

BASI, S. **Associação de *Azospirillum brasilense* e de nitrogênio em cobertura na cultura de milho**. 50f. Dissertação (Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal). Guarapuava. 2013. Disponível em: <http://www.unicentroagronomia.com/destino_arquivo/dissertacao_de_mestrado_simone_basi.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2017.

BISSANI, C.A. et al. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação das culturas**. Porto Alegre, RS: Gênese, 2008. 344 p.

CANCELLIER, L.L. et al. Adubação orgânica na linha de semeadura no desenvolvimento e produtividade do milho. **Ciências Agrárias**. Londrina, v.32, n.2, p. 527-540, abr/jun. 2011. Disponível

em: <file:///C:/Documents%20and%20Settings/atendimento.canada/Desktop/3.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2017.

CASTOLDI, G. et al. Sistemas de cultivo e uso de diferentes adubos na produção de silagem e grãos de milho. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringa, v. 33, n. 1, p. 139-146, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asagr/v33n1/v33n1a20.pdf>>. Acesso em: 09 out. 2017.

CHICONATO, D.A. et al. Resposta Da Alface À Aplicação De Biofertilizante Sob Dois Níveis De Irrigação. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 392-399, Mar./Abr. 2013. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/viewFile/14077/12277>>. Acesso em 06 nov. 2017.

CIANCIO, N.H.R. **Produção de Grãos, Matéria Seca e Acúmulo de Nutrientes em Culturas Submetidas à Adubação Orgânica e Mineral**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, 2010. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/ppgcs/images/Dissertacoes/NATHALIA-HAYDEE-RIVEROS-CIANCIO.pdf>>. Acesso em 11 out. 2017.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira grãos. v. 4 – Safra 2016/17. Primeiro levantamento, Brasília, 178p. outubro 2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_10_21_15_32_09_safra_outubro.pdf>. Acesso em 21 set 2017.

CRUZ, J.C. et al. Cultivo do Milho. Sistema de produção 1, **Versão eletrônica**, 6 edição, set 2010. Disponível em: <http://www.cnpmc.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/cultivares.htm>. Acesso em: 22 de mar. 2017.

DARTORA, J. et al. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**. Campina Grande, v.17, n.10, out. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662013001000001>. Acesso em 11 out. 2017.

FERREIRA, A.C.B. et al. Características Agronômicas e Nutricionais do Milho Adubado com Nitrogênio, Molibdênio e Zinco. **Scientia Agricola**. Minas Gerais. v. 58, n. 1, p.131-138, jan./mar. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v58n1/a20v58n1.pdf>>. Acesso em: 17 de abr. 2017.

FREITAS, I.C.V. ; RODRIGUES, M.B. Fixação Biológica do Nitrogênio na Cultura do Milho. **Agropecuária Técnica**. Areia - PB, v. 31, n. 2, p 143 – 154, 2010. Disponível em: file:///C:/Documents%20and%20Settings/atendimento.canada/Meus%20documentos/Downloads/4515-10646-1-PB%20(1).pdf>. Acesso em: 19 de abr. 2017.

GUIMARÃES, D.P. et al. **Estimativa da Área Foliar de Cultivares de Milho**. XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Florianópolis, 2002. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/34888/1/Estimativa-area.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2017.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36 p. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n.325). Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/download/doc325.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2016.

IMEA. Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária. Workshop Jornalismo Agropecuário: Uma oportunidade para a sua carreira. Mato Grosso, 2015. Disponível em: <http://www.imea.com.br/upload/pdf/arquivos/Paper_jornalistas_Milho_AO.pdf>. Acesso em: 22 de mar. 2017.

JUNGES, A.B. et al. **Influência do *Azospirillum brasilense* na cultura do milho em diferentes modos de aplicação**. Anais do VI CONCCEPAR: Congresso Científico da Região Centro-Ocidental do Paraná / Faculdade Integrado de Campo Mourão. Campo Mourão, PR: Faculdade Integrado de Campo Mourão, 2015. Disponível em: <<http://conccepar2015.grupointegrado.br/resumo/influencia-do-azospirillum-brasilense-na-cultura-do-milho-em-diferentes-modos-de-aplicacao/69>>. Acesso em: 22

ago. 2017.

MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MAPA. **Produção de Milho Orgânico na Agricultura Familiar**. Circular técnica, Minas Gerais, 2006. 1 ed. Editoração eletrônica: Tânia Mara Assunção Barbosa. Disponível em: <<http://www.ciorganicos.com.br/wp-content/uploads/2013/09/milorg.pdf>>. Acesso em: 27 de mar. 2017.

MARIANI, C.M. ; HENKES, J.A. Agricultura Orgânica x Agricultura Convencional Soluções Para Minimizar o Uso de Insumos Industrializados. **Revista Gest. Sust. Ambient.** Florianópolis, v. 3, n. 2, p. 315 - 338, out. 2014/mar. 2015. Disponível em: <[file:///C:/Documents%20and%20Settings/atendimento.canada/Meus%20documentos/Downloads/2532-5551-1-SM%20\(1\).pdf](file:///C:/Documents%20and%20Settings/atendimento.canada/Meus%20documentos/Downloads/2532-5551-1-SM%20(1).pdf)>. Acesso em: 30 de mar. 2017.

MORAIS, T.P. et al. Aspectos morfofisiológicos de plantas de milho e bioquímico do solo em resposta à adubação nitrogenada e à inoculação com *Azospirillum brasilense*. **Revista Ceres**. Viçosa, v. 62, n.6, nov/dez 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034737X2015000600589>. Acesso em: 18 set. 2017.

NETO, F.J.D. et al. Influência de *azospirillum brasilense* no desenvolvimento vegetativo, produção de forragem e acúmulo de massa seca da aveia preta. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**. Goiânia, v.10, n.18, p. 2016, jul. 2014. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2014a/AGRARIAS/influencia%20de%20azospirillum.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2017.

PEREIRA, M.A.M. et al. **Adubação Organomineral na Cultura do Milho sob Cultivo Consecutivo**. XXIX Congresso Nacional De Milho E Sorgo. Águas de Lindóia, ago. 2012. Disponível em: <http://www.abms.org.br/eventos_anteriores/cnms2012/06549.pdf>. Acesso em 09 out. 2017.

QUADROS, P.D. **Inoculação de *Azospirillum spp.* em sementes de genótipos de milho cultivados no Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado em Ciência de Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/17076/000705543.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 16 nov. 2017.

RAIJ, B.V. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2 ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

RECH, E.G. et al. Adubação Orgânica e Mineral na Produção de Sementes de Abobrinha. **Revista Brasileira de Sementes**. Porto Alegre, v. 28, n. 2, p. 110-116, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v28n2/a14v28n2.pdf>>. Acesso em 06 nov. 2017.

SANTOS, N.C.B. et al. **Inoculação com *Azospirillum* e Adubação em Milho Orgânico**. XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO - Águas de Lindóia - 26 a 30 de Agosto de 2012. Disponível em: <http://www.abms.org.br/cn_milho/trabalhos/0536.pdf>. Acesso em 28 mar. 2017.

SEAB/DERAL – Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. Custo de produção. 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=228>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

VELOSO. M.E.D.C. et al. Teor de Nitrogênio, Índices De Área Foliar e de Colheita, do Milho, em Função da Adubação Nitrogenada, em Solo de Várzea. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. V. 7, n. 1, p. 13-25, 2009. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/267/pdf_170>. Acesso em 11 out. 2017.

DIVERSIDADE BACTERIANA DE UM SOLO OBTIDA AO LONGO DE SUCESSIVAS APLICAÇÕES DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUÍNOS (ARS)

Data de aceite: 22/01/2020

Luciana Grange

Eng. Agrônoma, Doutora em Genética pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Professora adjunto da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina.

Luana Patrícia Pinto Körber

Bióloga, Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE).

Guilherme Peixoto de Freitas

Graduando de Agronomia pela Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina.

Lucas Mateus Hass

Graduando de Agronomia pela Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina.

Higo Forlan Amaral

Dr. docente do curso de Agronomia, Centro Universitário Filadélfia (UniFiL), Londrina - PR. Docente no Programa de Pós-graduação Profissional em Agroecologia da Universidade Estadual de Maringá (PROFAGROECO/UEM). E-mail: higoamaral@gmail.com.

Marco Antônio Bacellar Barreiros

Doutor em Biologia Celular e Molecular pela Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ). Professora adjunto da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina

Elisandro Pires Frigo

Eng. Agrícola, Doutor em Irrigação e Drenagem pela Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP. Professor adjunto da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a densidade e diversidade da comunidade bacteriana de um solo sob a aplicação sucessiva de água residuária de suínos (ARS) em uma área de cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). O experimento foi conduzido em blocos casualizados com seis tratamentos e três repetições para diferentes dosagens de ARS, sendo 40, 80, 120, 160 e 200 ARS em $m^3 ha^{-1}$ e a testemunha. Foram realizadas cinco coletas de solo durante um período de duas aplicações programadas de ARS. A densidade foi obtida pela contagem das unidades formadoras de colônias (UFC) e diversidade microbiana pela tipagem morfológica. Os índices de diversidade de Shannon-Weaver e de Dominância foram obtidos pelo software PAST 3. Pelos resultados, a adubação com ARS promoveu alteração na estrutura da comunidade microbiana ao longo das aplicações, aumentando a densidade e a diversidade bacteriana que foram incorporadas como resilientes até dose $160 m^3 ha^{-1}$. Os valores obtidos para a diversidade ao longo das coletas (C1: 1,977; C2: 1,968; C3: 2,086;

C4: 2,176 e C5: 1,736), apontaram que, com o tempo, os solos submetidos a dose mais adequada conseguiram estabelecer um novo perfil, reequilibrando as atividades metabólicas da comunidade. O pinhão-manso, em seu sistema de cultivo perene, contribuiu para selecionar os microrganismos resilientes. Desta forma, a aplicação de ARS é uma opção como adubo orgânico em culturas perenes, mas precisa de um manejo de consórcio com outras plantas para aumentar a biodiversidade da comunidade melhorando a saúde e longevidade produtiva do solo.

PALAVRAS-CHAVE: Densidade. Diversidade. Dose. Resíduo orgânico.

BACTERIAL DIVERSITY OF A SOIL OBTAINED FROM SUCCESSIVE SWINE WASTE APPLICATIONS (SW)

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the density and diversity of the bacterial community of a soil under the successive application of swine wastewater (SW) in a *Jatropha* cultivation area. The experiment was conducted in randomized blocks with six treatments and three replications for different SW dosages, being 40, 80, 120, 160 and 200 SW in $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ and the control. Were realized five soil collections during a period of two scheduled applications of SW. The density was obtained by counting colony forming units (CFU) and microbial diversity by morphological typing. Shannon-Weaver and Dominancia diversity indices were obtained by the PAST 3 software. By the results, the fertilization with SW promoted alteration in the structure of the microbial community throughout the applications, increasing the bacterial density and diversity that were incorporated as resilient to dose $160 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$. The values obtained for diversity throughout the collections (C1: 1,977; C2: 1,968; C3: 2,086; C4: 2,176 e C5: 1,736), pointed out that, over time, the soils submitted to the most adequate dose were able to establish a new profile, rebalancing the metabolic activities of the community. *Jatropha* in its perennial cultivation system helped to select resilient microorganisms. Thus, application of SW is an option as organic fertilizer in perennial crops, but needs intercropping management with other plants to increase community biodiversity improving soil health and longevity.

KEYWORDS: Density. Diversity. Dose. Organic waste.

1 | INTRODUÇÃO

Na região sul do país a adubação orgânica é amplamente difundida tornando-se essencial para o manejo em áreas de agricultura familiar. A água residuária de suínos (ARS), subproduto de plantéis suinícolas é considerado altamente rico em nutrientes como nitrogênio (N_2), fósforo (P), potássio (K) e carbono (C) apresentando-se como uma ótima fonte de elementos essenciais para o crescimento e desenvolvimento de plantas (CAPAZ; NOGUEIRA, 2014).

A ARS é composta por fezes, urina, antibióticos, resto de ração e detergentes, dessa forma, também promove a inserção de uma grande quantidade de

microrganismos nas áreas onde é aplicado (SEDIYAMA et al., 2016). Estes microrganismos inseridos podem ser bastante benéficos por incrementarem a biodiversidade atuando em diferentes processos do solo como na decomposição direta da matéria orgânica (MO), na formação de compostos nutritivos e além dos efeitos fungistático e/ou bacteriostático (SHAER-BARBOSA; SANTOS; MEDEIROS, 2014; MADIGAN, 2016).

No entanto, quando ocorre o tratamento ineficaz deste tipo de resíduo ou ocorre a disposição incorreta no ambiente, pode ocorrer a introdução de microrganismos de baixa eficiência ambiental, assim como a sobrecarga de alguns macronutrientes como N_2 e P e micronutrientes como cobre (Cu) e zinco (Zn) o que ocasionará distúrbios ambientais (BECERRA-CASTRO et al., 2015).

Estudos indicam que o aumento de Cu e Zn no solo promove alteração na estrutura e função da comunidade microbiana devido ao acúmulo de antibióticos oriundos da aplicação sucessiva de ARS por longos períodos (FATTA-KASSINOS et al., 2011). A ARS, mesmo passando por algum processo de tratamento fermentativo como lagoas de estabilização ou biodigestores, pode ainda causar problemas para o ambiente dependendo da quantidade, período e locais de descarte (SÁNCHEZ-PEINADO et al., 2011; SAHKIR; ZAHRAW; OBAIDY, 2017).

A introdução sem controle e constante de microrganismos previamente selecionados, pode, por competição, estimular o estabelecimento de um novo perfil estrutural, reduzindo a biodiversidade revelando grupos resilientes de baixa efetividade metabólica para realizar a manutenção dos processos ambientais comprometendo a longevidade da fertilidade do solo (BECERRA-CASTRO et al., 2015; CARDOSO; ANDREOTE, 2016).

Geralmente seres resilientes são indivíduos selecionados por pressão ambiental que, ao longo do tempo, podem sofrer trocas de estruturas genéticas através da transferência horizontal de genes plasmidiais (CHEN et al., 2017). Estes ajustamentos genéticos, tanto pode munir as bactérias com novas funções como também pode levar a perda de atividades metabólicas importantes para o sistema solo-planta (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; BEVER; PLATT; MORTON, 2012).

Estes riscos são mais comuns em áreas cultivadas com baixa diversidade florística (RASCHE; CADISH, 2013; CHEN et al., 2017). Portanto, em cultivos de plantas perenes como o pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), o uso da adubação orgânica com ARS se faz pertinente, pois pode promover a inserção de novos seres que poderão ser incorporados e tornarem-se funcionais para o solo, melhorando o CBM e das plantas desde que o resíduo esteja em condições adequadas para promover ganhos e não perdas (BALOTA, 2017).

Portanto, a adubação orgânica tem tido seus benefícios agronômicos e ambientais comprovados, mas deve ser um manejo recomendado e conduzido sob

constante monitoramento ambiental. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi investigar a diversidade morfológica da comunidade bacteriana de um solo sob a aplicação sucessiva de água residuária de suínos (ARS) em uma área de cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.)

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado no Colégio Agrícola Estadual Adroaldo Augusto Colombo (CAEAAC), Palotina – PR, cujas coordenadas geográficas são de 24° 12' 00" latitude sul, de 53° 50' 30" longitude oeste (Greenwich), com altitude média de 332 m. O solo da região é caracterizado como Latossolo Vermelho Eutroférico de textura argilosa (SANTOS et al, 2018) e o clima segundo Koppen (1999) é do tipo subtropical úmido (Cfa). A cultura modelo escolhida foi o pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), uma planta euforbiaceae de desenvolvimento perene instalada no ano de 2006. A área experimental foi dividida em dezoito parcelas de tamanho 3 x 4 m com quatro plantas por parcela.

O experimento foi instalado em 2012, sendo conduzido em DBC e as parcelas divididas em seis tratamentos com três repetições com uma testemunha (T1) e cinco dosagens de água residuária de suínos (ARS): T2 = 40, T3 = 80, T4 = 120, T5 = 160 e T6 = 200 m³ ha⁻¹. A distribuição foi feita por sorteio respeitando o grau de liberdade e as dosagens definidas segundo Rezende et al. (2009) e reafirmadas por Balota (2017). Essas aplicações são iniciadas na floração do pinhão-manso em dezembro, e seguem a cada três meses até o período de desfolha em abril.

Para este trabalho foi feito o acompanhamento do período reprodutivo no ano 2017/2018, as aplicações de ARS foram realizadas em dezembro de 2017 e em março de 2018 com auxílio de regadores de PVC com capacidade para 10 L. A ARS foi obtida de uma propriedade nas imediações onde o resíduo era armazenado em esterqueiras com tempos de fermentação distintos.

Foram realizadas cinco coletas de solo durante um período de duas aplicações programadas de ARS (1 e 2). A primeira (C1) aconteceu aos seis dias antes da aplicação da ARS 1 realizada no dia 12 de dezembro de 2017. A segunda (C2) e a terceira (C3) coletas ocorreram a 10 e a 50 dias, respectivamente, após a aplicação da ARS 1. Em março de 2018, houve a segunda aplicação (ARS 2) e as coletas também seguiram os mesmos intervalos (Figura 1).

Para a realização das coletas, foi utilizado um trado holandês a uma profundidade de 10 - 15 cm, em cada parcela foram coletadas cinco subamostras, totalizando 90 amostras, que foram homogeneizadas, etiquetadas e mantidas em isopor com gelo até serem encaminhadas ao Laboratório de Biotecnologia e Melhoramento Vegetal da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina.

Para obtenção da densidade bacteriana, foi empregado o método de Dionísio et al. (2016) que consiste no isolamento e na contagem das unidades formadoras de colônias (UFC) oriundas a partir de colônias viáveis e puras do solo. A diluição seriada foi realizada em solução salina, o plaqueamento das concentrações 10^{-3} e 10^{-4} feito no meio de cultura Dygs (DÖBEREINER; BALDANI; BALDANI, 1995) e o crescimento foi promovido em BOD a temperatura de 27 °C por 72 horas.

A diluição (10^{-3}) foi escolhida para a caracterização morfológica e a obtenção da diversidade segundo método de Hofling e Gonçalves (2011) modificado, o qual considera as seguintes características morfológicas: tamanho (pequena, média ou grande), forma (circular, irregular ou rizóide), borda (lisa, lobada, espiral ou ondulada), homogeneidade (homogênea ou heterogênea), cor (incolor ou pigmentada), brilho (opaca, transparente, translúcida ou opaca), elevação (convexa, plana, elevada, papilada ou crateriforme), estrutura (lisa, granulosa, filamentosa ou rugosa) e aspecto (lisa, granulosa, filamentosa ou rugosa).

Para obtenção da diversidade morfológica, os dados foram agrupados pelos valores de características pelo algoritmo UPGMA, utilizando a distância euclidiana com 1000 repetições de bootstrap com auxílio do programa Bionumerics 7.5, cujos resultados foram condensados na tabela 1. A partir disso foi obtido os índices de Shannon-Weaver e de Dominância de Simpson pelo software PAST 3.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi construído um dendograma utilizando a distância euclidiana pelo algoritmo UPGMA randomizado 1000 vezes pelo método de bootstrap cujo valor de corte foi a sustentação dos grupos igual a 60. O cluster dos agrupamentos morfológicos e densidade resultou, após o estabelecimento da linha de corte em 40 de altura, na formação de três grupos: G1 com maior UFC foi a morfologia predominante, sendo o grupo mais importante do solo do ponto de vista metabólico; o segundo grupo composto pelos G2 e G3, como sendo os microrganismos resilientes, morfológicamente parecidos com G1 com funções possivelmente complementares; e o terceiro grupo composto pelos demais agrupamentos (G4 a G14) são os microrganismos distintos inseridos e/ou estimulados pela adubação com AR que são incorporados na biota do solo complementando as atividades metabólicas e a diversidade morfológica e genética.

Agrupamentos por identificação morfológica bacteriana só podem ser estatisticamente considerados se foram estabelecidos a partir de um número significativo de características relevantes avaliadas (HOFLING; GONÇALVES, 2011). É sabido que estruturas bacterianas são amplamente dependentes das condições de cultivo principalmente quanto às alterações de fontes de nutrientes e condições

de temperatura (CARDOSO; ANDREOTE, 2016). Portanto, em estudos de tipagem morfológica, a nota de significância (entorno de 90%) deverá ser bastante severa para que sejam estabelecidos grupos mais homogêneos de melhor confiabilidade.

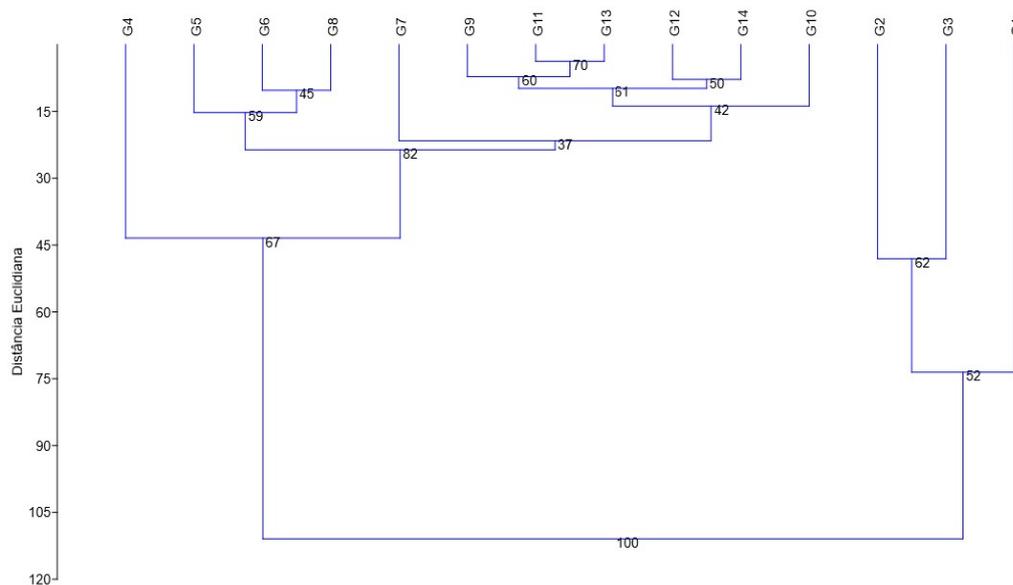


Figura 1 Dendrograma de similaridade obtido pela distância euclidiana através do algoritmo UPGMA com 0,9166 de correlação cofenética pelo método de bootstrap com 1000 repetições, representando a relação dos agrupamentos morfológicos entre si

Fonte: O autor (2019)

Nos solos, dentre as espécies de grupos funcionais, as bactérias são as que se apresentam em maior número de indivíduos efetivos (BORGES FILHO; MACHADO, 2013). Apesar de considerados morfológicamente simples, participam ativamente de todos os diferentes processos bioquímicos envolvidos na conversão de nutrientes (CARDOSO; ANDREOTE, 2016). Consideradas procariontes, unicelulares, de ciclos de vida rápidos e, muitas vezes, organizadas em biofilmes, as bactérias realizam suas principais atividades metabólicas via membrana celular; portanto, qualquer interferência que possa comprometer este tecido pode levar a alterações na fisiologia e na bioquímica de suas colônias (MADIGAN, 2016; TORTORA; FUNKE; CASE, 2016).

Trabalhos vêm apontando que resíduos orgânicos de origem animal, como ARS, tendem a aumentar consideravelmente o teor de MO e estimular diretamente o metabolismo microbiano do solo, devido ao aumento do C da biomassa microbiana (CBM). Ocorre também maior atividade das enzimas protease, desidrogenase e uréase produzidas, em sua maioria, pelas chamadas bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCVs) (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; COUTO et al., 2013; FERREIRA; STONE; MARTIN-DIDONET, 2017).

Estudos sobre sanidade e composição biológica de resíduos orgânicos têm

demonstrado grande carga microbiana (SILVEIRA; FREITAS, 2007). Por ser de origem animal, estes seres são pertencentes às famílias dos *Bacillus* e *Enterobacter*, em sua maioria de áreas cultiváveis (FERKET, 2002; MOURA, 2017). Quando inseridos no solo estes novos organismos têm capacidade de resistir as diversas pressões seletivas, adaptando-se no ambiente edáfico e, a longo prazo, o perfil do sistema de organização, hierarquia e funcionamento da biota do solo, tornando-as caracteristicamente mais recalcitrantes a outras interferências (FATTA-KASSINOS et al. 2011).

Trabalhos como o de Notaro et al. (2012) e Moura et al. (2016), realizados através de estudos genéticos de microrganismos obtidos de áreas que sofreram sucessivas aplicações de ARS, observaram que houve redução da diversidade da comunidade microbiana em doses acima de 200 m³ ha⁻¹ e por sucessivas aplicações de ARS. As coletas C3 e C4 (respectivamente, aos 50 dias após a ARS1 e aos 10 dias após a ARS2) foram as que apresentaram o maior número de grupos (14), enquanto que, na coleta 5 houve a formação de apenas 9 agrupamentos, revelando a perda da diversidade, provavelmente de indivíduos mais raros em detrimento aos resilientes.

Sendo assim, fica evidente que este tipo de resíduo, nos momentos de estresse e de ajustamento estrutural, tem capacidade de mudar o tamanho, a composição e a diversidade da comunidade microbiana, mas que com o tempo e em doses acima do recomendado, podem levar a queda da diversidade (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; FRENK; HADAS; MINZ, 2018). Este comportamento é mais bem observado quando se analisa o índice de Shannon (H') e a dominância (D) obtida a partir da definição dos agrupamentos morfológicos (Figura 2).

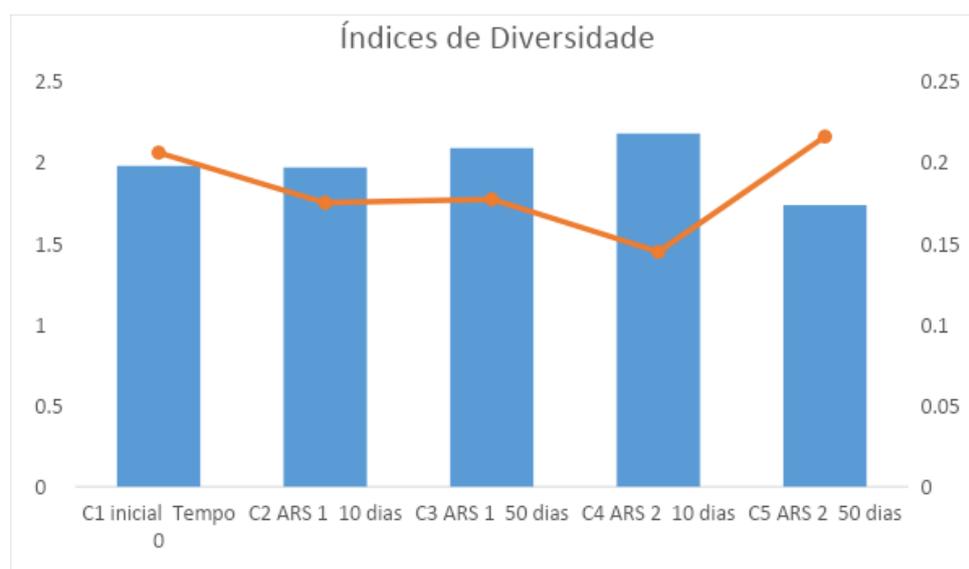


Figura 2 Índice de Shannon e de Dominância obtidos para os tempos de coleta de solo submetido a duas aplicações sucessivas e programas de ARS na cultura do pinhão-manso, sendo respectivamente (C = coletas)

Fonte: O autor (2019)

O índice de Shannon-Weaver é uma das principais ferramentas para identificação da diversidade ecológica de um ambiente, pois é obtido a partir da sua riqueza (ODUM; BARRETT, 2007). Já a dominância reflete a concentração da densidade bacteriana em relação às diferentes morfologias (MAGURRAN, 2004). Sendo assim, por estes dados foi possível observar que, após as aplicações da ARS, houve um aumento crescente da diversidade (C2 a C4) nos diferentes tempos de coleta após as duas aplicações de ARS. No entanto, nota-se uma redução deste atributo (H' : 1,73) e conseqüentemente um aumento da dominância de microrganismos na C5 com 50 dias de aplicação de ARS 2, isto é, após seis meses à primeira coleta de solo C1 (Figura 4).

Observa-se que em C4 com 10 dias após a aplicação da ARS 2 foi constatado o maior índice de Shannon (H' : 2,176) e a menor dominância (D : 0,1447). Acredita-se que isso se deve ao efeito acumulativo das duas aplicações realizadas em um período de 3 meses entre as duas. Isto reforça que a entrada constante de adubação orgânica promove a manutenção da diversidade de um solo pois, depois de um tempo, é sabido que, mesmo com as entradas constantes de resíduo, a biota tende a restabelecer seu perfil natural (BALOTA, 2017). Além disso, a alta diversidade auxilia a controlar seres dominantes, favorecendo a perpetuação de organismos com funções ecológicas distintas reduzindo a vulnerabilidade da comunidade e aumentando a resistência a distúrbios (MOUILLOT et al., 2013).

Ainda na coleta C5 é visível o valor de dominância está tentando retornar ao estado original (D : 0,2158) quando comparado ao tempo zero (D : 0,2059). Estes dados podem estar demonstrando que o pinhão-manso, utilizado como planta modelo, junto com sua biota, está selecionando os indivíduos que são e ou se tornarão resilientes (CHEN et al., 2017).

Segundo Rasche e Cadish (2013), a diversidade florística também influencia no perfil biológico do solo e interfere na seleção dos grupos funcionais capazes de expressarem e desenvolverem suas atividades metabólicas de forma mais favorável. Isto se faz mais evidente em estudos com plantas perenes que fornecem ao ambiente a mesma fonte de MO, criando um micro-habitat altamente específico. Devido ao tipo de manejo, isto se reforça com ausência do revolvimento, desencadeando um local caracteristicamente endêmico e altamente susceptível a perda genética frente a grandes perturbações; por isso, há necessidade de alternativas sustentáveis de manejo para este tipo de cultivo (HOLLISTER et al., 2010; RESENDE; LONDE; NEVES, 2013).

Esta grande capacidade efetiva está diretamente ligada a dinamicidade genética destes seres, que possuem em seus genomas, dentre outros fatores, muitos fragmentos de transposons que promovem recombinações rápidas na busca pela adaptabilidade frente à pressão seletiva do ambiente (PADILLA; COSTA, 2015;

TORTORA; FUNKE; CASE, 2016). Portanto, alterações ambientais ou antrópicas, positivas ou negativas, tendem a ser primeiramente sentidas por estes operários do solo (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007). Porém, para ter esta constatação, se faz necessário que a experimentação seja delineada com altas repetibilidades a partir de unidades formadoras de colônias (UFC) obtidas de diferentes meios seletivos e generalistas, dependendo do objetivo de investigação e associados a estudos genéticos e bioquímicos (GARTNER et al., 2011; SUN et al., 2018).

4 | CONCLUSÃO

A adubação orgânica com ARS promoveu alteração na estrutura da comunidade microbiana ao longo das sucessivas aplicações. A aplicação do produto reforçou os grupos funcionais resilientes, assim como o pinhão-mansão, em seu sistema de cultivo perene, contribuiu para selecionar os microrganismos resilientes. Sendo assim, a aplicação de ARS é uma opção como adubo orgânico em culturas perenes, mas precisa de um manejo de consórcio com outras plantas para aumentar a biodiversidade da comunidade melhorando a saúde e longevidade produtiva do solo.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. S. F. de; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p.66-75, 2007.

BALOTA, E. L. **Manejo e qualidade biológica do solo**. Londrina: Mecenias Ltda., p.288, 2017.

BECERRA-CASTRO, C.; LOPES, A. R.; VAZ-MOREIRA, I.; SILVA, E. F.; MANAIA, C. M.; NUNES, O. C. Wastewater reuse in irrigation: A microbiological perspective on implications in soil fertility and human and environmental health. **Environment International**, v. 75, p.117-135, 2015.

BEVER, J. D.; PLATT, T. G.; MORTON, E. Microbial population and community dynamics on plant roots and their feedbacks on plant communities. **Annual Review in Microbiology**, New York, v. 66, n. 1, p. 265-283, 2012.

BORGES FILHO, E. L.; MACHADO, E. C. Avaliação microbiana do solo e dos aspectos morfológicos de hortaliças após a adição de adubos orgânicos em hortas. **e-Scientia**, v. 6, n. 1, p. 8-15, 2013.

CAPAZ, R. S.; NOGUEIRA, H. **Ciências Ambientais para Engenharia**. São Paulo: Elsevier, p. 352, 2014.

CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. **Microbiologia do Solo**. 2. ed. Piracicaba: Esalq, 2016. 221 p.

- CHEN, R.; ZHONG, L.; JING, Z.; GUO, Z.; LI, Z.; LIN, X.; FENG, Y. Fertilization decreases compositional variation of paddy bacterial community across geographical gradient. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 114, p.181-188, 2017.
- COUTO, R. R.; COMIN, J. J.; SOARES, C. R. F. S.; BELLI FILHO, P.; BENEDET, L.; MORAES, M. P.; BRUNETTO, G.; BEBER, C. L. Microbiological and chemical attributes of a Hapludalf soil with swine manure fertilization. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 1, p. 774-782, 2013.
- DIONÍSIO, J. A.; PIMENTEL, I. C.; SIGNOR, D.; PAULA, A. M. de; MACEDA, A.; MATTANA, A. **Guia prático de biologia do solo**. Curitiba: SBCS, 2016.
- DÖBEREINER, J.; BALDANI, V. L. D.; BALDANI, J. I. Como isolar e identificar bactérias diazotróficas de plantas não-leguminosas. **Embrapa Agrobiologia**, Seropédica, p. 66, 1995.
- FATTA-KASSINOS, D.; KALAVROUZITIS, I. K.; KOUKOULAKIS, P. H.; VASQUEZ, M. I. The risks associated with wastewater reuse and xenobiotics in the agroecological environment, **Science of the Total Environment**, v. 409, n. 1, p. 3555-3563, 2011.
- FERKET, P. R. Use of oligosaccharides and gut modifiers as replacements for dietary antibiotics. In: MINNESOTA NUTRITION CONFERENCE, 63, 2002, Minnesota. **Proceedings**. Minnesota: Eagan, p.169-182, 2002.
- FERREIRA, E. P. de B.; STONE, L. F.; MARTIN-DIDONET, C. C. G. População e atividade microbiana do solo em sistema agroecológico de produção. *Rev. Ciênc. Agrônômica*, Fortaleza, v. 48, n. 1, p. 22-31, 2017.
- FRENK, S.; HADAR, Y.; MINZ, D. Quality of irrigation water affects soil functionality and bacterial community stability in response to heat disturbance, **Applied and environmental microbiology**, v. 84, n. 4, p. 1-14, 2018.
- GARTNER, A.; BLUMEL, M.; WIESE, J.; IMHOFF, J. F. Isolation and characterization of bacteria from the Eastern Mediterranean deep sea. **Journal of Microbiology**, v. 100, n. 3, p. 421-435, 2011.
- HOFLING, J. F.; GONÇALVES, R. B. **Microscopia de luz em microbiologia**: Morfologia bacteria e fúngica. ArtMed, 2011.
- HOLLISTER, E. B.; SCHADT, C. W.; PALUMBO, A. V.; ANSLEY, R. J.; BOUTTON, T. W. Structural and functional diversity of soil bacterial and fungal communities following woody plant encroachment in the southern Great Plains. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 42, n.10, p. 1816-1824, 2010.
- KÖPPEN, W. P. Climate-data.org. **Classificações climáticas**. 1999. Disponível em: <<http://pt.climate-data.org/location/43679/>>. Acesso em: 2 jan. 2019.
- MADIGAN, M. T. **Microbiologia de Brock**. 14. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2016.
- MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity**. Oxford, Blackwell Science, 256p, 2004.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 626 p. abril, 2006.
- MOUILLOT, D.; BELLWOOD, D. R.; BARALOTO, C.; CHAVE, J.; GALZIN, R.; HARMELIN-VIVIEN, M.; KULBICKI, M.; LAVERGNE, S.; LAVOREL, S.; MOUQUET, C. E.; PAINE, T.; RENAUD, J.; THUILLER, W. Rare species support vulnerable functions in high-diversity ecosystems, **PLoS Biology**, v. 11, n. 5, p. 1-11, 2013.
- MOURA, A. C.; SAMPAIO, S. C.; REMOR, M. B.; SILVA, A. P. da; PEREIRA, P. A. M. Long-term effects of swine wastewater and mineral fertilizer association on soil microbiota. *Engenharia*

MOURA, S. C. N. de. **Identificação e perfil de susceptibilidade a antimicrobianos de bactérias isoladas de biodigestores anaeróbios operados com dejetos suínos e com dejetos bovinos.** 2017. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências e Tecnologia do Leite e Derivados, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

NOTARO, K. A.; SOUZA, B. M.; SILVA, A. O.; SILVA, M. M.; MEDEIROS, E. V.; DUDA, G. P. População microbiana rizosférica, disponibilidade de nutrientes e crescimento de pinheira, em substratos com resíduos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n.1, p. 770-776, 2012.

ODUM, G. P. BARRETT, G. W. **Fundamentos em Ecologia.** Thomson Learning, p. 612, 2007.

PADILLA, G.; COSTA, S. O. P. Genética bacteriana. In: ALTERTHUM, F. (Ed.). **Trabulsi-Alterthum Microbiologia.** Ed. 6, Editora Atheneu. São Paulo, p. 37-49, 2015.

RASCHE, F.; CADISH, G. The molecular microbial perspective of organic matter turnover and nutrient cycling in tropical agroecosystems. What do we know? **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 49, n. 1, p. 251-262, 2013.

RESENDE, J. C. F.; LONDE, L. N.; NEVES, W. S. **Pinhão-manso.** Nova Porteirinha: EPAMIG, p.524, 2013.

REZENDE, A. V. de.; VALERIANO, A. R.; VILELA, H. H.; CESARINO, R. de O.; SALVADOR, F. M.; SILVEIRA, C. H. Milho fertirrigado com dejetos líquidos de suínos para ensilagem. **Agrarian**, Dourados, v.2, n. 5, p. 7-20, 2009.

SAHKIR, E.; ZAHRAW, Z.; AI-OBAIDY, A. H. M. J. Environmental and health risks associated with reuse of wastewater for irrigation. **Egyptian Journal of Petroleum**, v. 24, n. 1, p. 95-102, 2017.

SÁNCHEZ-PEINADO, M. M.; GONZÁLEZ-LÓPEZ, J.; MARTÍNEZ-TOLEDO, M. V.; POZO, C.; RODELAS, B. Influence of linear alkylbenzene sulfonate (LAS) on the structure of Alphaproteobacteria, Actinobacteria and Acidobacteria communities in a soil microcosm, **Environmental Science and Pollution Research**, v. 17, n. 3, p. 779-790, 2011.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos.** 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018.

SEDIYAMA, M. A. N.; MAGALHÃES, I. P. B.; VIDIGAL, S. M.; PINTO, C. L. O.; CARDOSO, D. S. C. P.; FONSECA, M. C. M.; CARVALHO, I. P. L. Uso de fertilizantes orgânicos no cultivo de alface americana (*Lactuca sativa* L.) 'KAISER', **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 6, n. 2, p. 66-74, 2016.

SHAER-BARBOSA, M.; SANTOS, M. E. P.; MEDEIROS, Y. D. P. Viabilidade do reúso de água como elemento mitigador dos efeitos da seca no semiárido da Bahia. **Ambiente e Sociedade**, v. 17, n. 2, p. 17-32, 2014.

SILVEIRA, A. P. D. da; FREITAS, S. dos S. **Microbiota do Solo e Qualidade Ambiental.** Campinas: Instituto Agrônomo Campinas, p. 312, 2007.

SUN, J-Q.; XU, L.; LIU, X-Y.; ZHAO, G-F.; CAI, H.; NIE, Y.; WU X-L. Functional genetic diversity and culturability of petroleum-degrading bacteria isolated from oil-contaminated soils. **Frontiers in Microbiology**, v. 9, n. 1-15, 2018.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**, Ed. 11, Porto Alegre: Artmed, 2016.

ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DO COMPOSTO ORGÂNICO, BIOCARVÃO E VERMICULITA PARA A PRODUÇÃO DE SUBSTRATOS

Data de aceite: 22/01/2020

Gheysa Julio Pinto

Engenheira Agrônoma. Mestre em Agroecologia. Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia. Maringá-PR. Email: gheysajp@yahoo.com.br.

José Ozinaldo Alves de Sena

Engenheira Agrônoma. Professor Associado. Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia. Maringá-PR. Email: ozisena@gmail.com.

Ivan Granemann de Souza Junior

Engenheiro Agrônomo. Doutor em Agronomia. Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia. Maringá-PR. Email: ivangsjunior@gmail.com,

Antonio Carlos Saraiva da Costa

Engenheiro Agrônomo. Ph.D. em Agronomia. Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia. Maringá-PR. Email: antoniocscosta@gmail.com.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar, de forma individual, os componentes utilizados (composto orgânico, biocarvão e vermiculita expandida) na formulação de substratos para a produção de mudas de hortaliças. A caracterização dos materiais compreendeu a determinação dos atributos químicos (pH e condutividade elétrica) e físicos

(densidade, porosidade total, macroporosidade e microporosidade) dos materiais puros. O biocarvão e a vermiculita foram separadas em duas diferentes granulométricas (< 0,5 e 2,0 a 4,0 mm). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 5 tratamentos (compostagem – T, biochar granulometria 1 – BG1, biochar granulometria 2 – BG2, vermiculita pura granulometria 1 – VPG1 e vermiculita pura granulometria 2 – VPG2) e 10 repetições. Os materiais puros analisados apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre si, com relação aos atributos físicos e químicos avaliados. O composto orgânico apresentou as melhores características relacionadas ao pH, densidade, macro e microporosidade, consideradas como ideais para a produção de mudas.

PALAVRAS-CHAVE: Matéria orgânica carbonizada. Hortaliças. Resíduos orgânicos.

CHEMICAL AND PHYSICAL ATTRIBUTES OF ORGANIC COMPOST, BIOCHAR AND VERMICULITE TO SUBSTRATES PRODUCTION

ABSTRACT: The objective of this paper was to evaluate, individually, the components used (organic compost, biochar and expanded vermiculite) in a substrate for the production of vegetable crops. The pure materials were

characterized on their chemical (pH and electrical conductivity) and physical (density, porosity, macroporosity and microporosity) attributes. The biochar and vermiculite were separated in two different particle sizes (<0.5 and 2.0 to 4.0 mm). The experiment was conducted in a completely randomized design (CRD) with 5 treatments (organic compost - T, biochar pure in particle size 1 - BG1, biochar pure in particle size 2 - BG2, vermiculite pure in particle size 1 - VPG1 and vermiculite pure in particle size 2 - VPG2), 10 repetitions. The pure materials showed significant ($p < 0.05$) differences with respect to physical and chemical attributes. The organic compost showed the best attributes related to pH, density, macro and microporosity, considered ideal for the production of crops.

KEYWORDS: Carbonized organic matter. Vegetable crops. Organic residues.

1 | INTRODUÇÃO

A busca de uma agricultura menos dependente de insumos químicos é parte de uma busca maior de desenvolvimento sustentável (KHATOUNIAN, 2001). Nesse sentido, Gliessmann (2005) aponta a Agroecologia “como nova abordagem da agricultura e do conhecimento agrícola, que construa sobre aspectos de conservação de recursos da agricultura tradicional local, enquanto, ao mesmo tempo, se exploram conhecimento e métodos ecológicos modernos” e também que “proporciona o conhecimento e a metodologia necessários para desenvolver uma agricultura que é ambientalmente consistente, altamente produtiva e economicamente viável”.

Para garantir a sustentabilidade dos sistemas de produção bem como a manutenção da produtividade agrícola é necessário o desenvolvimento de práticas de manejo que visem melhorias aos sistemas de produção a fim de promover ambiente propício para o desenvolvimento das plantas. O composto orgânico é um ótimo componente de substratos para a produção de mudas de hortaliças, frutíferas, flores e espécies arbóreas (INÁCIO et al., 2009).

De acordo com Ferreira et al. (2014), o requisito importante na produção de mudas de qualidade está relacionado com a utilização de substrato adequado. Substrato é qualquer material em que as sementes germinam e deve garantir a estabilidade do sistema radicular, suprir de água e nutrientes, além de transportar gases como oxigênio e gás carbônico. Compostos utilizados como substratos devem apresentar atributos físicos e químicos adequados como tamanho de partículas, porosidade, pH e capacidade de retenção de água (REZENDE, 2014).

De acordo com Crispim et al. (2015), o reaproveitamento de resíduos agrícolas está sendo utilizados na produção de substratos alternativos e tem apresentado boas condições de desenvolvimento e formação de mudas. A escolha certa do substrato é de fundamental importância, pois seus atributos químicos e físicos podem variar de forma a favorecer ou prejudicar a germinação das sementes e o desenvolvimento das

plântulas. Para Vieira et al. (2015), os substratos devem possuir características como boa estrutura, alta capacidade de retenção de água e alta porosidade, disponibilidade de nutrientes, não se expandir, contrair ou apresentar substâncias tóxicas.

Para Ferreira et al. (2014), a presença da matéria orgânica promove alguns benefícios como retenção de umidade, o aumento da permeabilidade, a liberação lenta e gradativa de nutrientes para as plantas, a melhoria da estrutura, do poder tampão e da atividade biológica, nos sistemas. Nesse contexto, a utilização de compostos orgânicos é fundamental na produção de substratos para a obtenção de mudas de maior qualidade e com menor custo.

Os atributos químicos (pH e condutividades elétrica) e físicos (densidade, porosidade total, macro e microporosidade) tem influência sobre o crescimento vegetal. Os valores de pH variam, basicamente, entre 4,0 (fortemente ácido) e 10,0 (alcalino). Para Minami e Salvador (2010), o valor do pH tem influência no crescimento das plantas devido ao efeito deste sobre a disponibilidade de nutrientes. Os substratos com valores de pH entre 6,0 e 7,0 são considerados ideais, pela maioria das plantas, que apresentam melhor capacidade de absorção de nutrientes.

A salinidade, de acordo com Minami e Salvador (2010), é o acúmulo de sais solúveis dissolvidos em determinado material e pode ser medida por meio da capacidade de condução de eletricidade, a condutividade elétrica (CE) que é expressa em dS m^{-1} a 25°C . Assim, quanto mais sal dissolvido, maior a condutividade. De acordo com Ferreira (2000) o excesso de sais solúveis, ocasiona a elevação do potencial osmótico, que afeta o meio ao redor das raízes com redução na absorção de água e nutrientes pelas plantas. Para Lima Junior et al. (2015), o manuseio e a utilização de substratos requer cuidados especiais em função dos valores de CE, onde o excesso de salinidade pode interferir no desenvolvimento das mudas, que passam a apresentar baixo crescimento e em casos extremos, de elevada concentração de sais, pode levar à morte dos tecidos vegetais.

A estrutura do material, segundo Gomes et al. (2015), também é importante atributo para a adaptação das espécies e pode ser avaliada pela densidade, macro e microporosidade, estabilidade de agregados, resistência oferecida ao desenvolvimento das raízes e permeabilidade de água e gases. Para o autor, esses atributos podem ser utilizados como indicadores de adensamento e compactação.

De acordo com Melo (2015), a densidade de um substrato consiste na relação entre a massa e o volume ocupado pelas partículas, é estabelecida no momento do preenchimento do recipiente, onde o aumento da pressão exercida pelo material dentro do recipiente pode aumentar o percentual de sólidos por unidade de volume, e assim, sua densidade, que também reduz a porosidade e conseqüentemente do espaço de aeração. Cita ainda, que a densidade ideal para o cultivo de hortaliças varia entre 0,4 a 0,5 g/cm^3 .

Para Silva (2010), a porosidade pode ser subdividida principalmente em macro e microporos. Os macroporos permitem livre movimentação de ar e condução de água durante o processo de infiltração, são grandes o suficiente para permitir o desenvolvimento do sistema radicular. Já os microporos, ao contrário dos macros, geralmente são ocupados por água, mesmo quando não preenchidos por água, seu tamanho reduzido não permite movimentação adequada do ar. Para Minami e Salvador (2010), o valor ideal da porosidade é de 75% do volume total, sendo um terço de macroporos (maior que 0,06 mm) para dois terços de microporos (menor que 0,06 mm), isso garante suficiente aeração, permeabilidade e capacidade de retenção de água.

Foi observado em território amazônico, determinados locais utilizados para produção agrícola devido à presença de material orgânico decomposto em parte na forma de carvão residual. Esses locais foram denominados de *Terra Preta de Índio*, devido às fogueiras domésticas e as práticas de queima da vegetação. De acordo com Kern et al. (2009), esses espaços apresentam elevados teores de carbono orgânico, bem como de fósforo, de cálcio e de magnésio, resultantes da deposição de cinzas, resíduos de peixes, conchas, caça, dejetos humanos, entre outros compostos orgânicos. Segundo Teixeira et al. (2009), o carvão devido à sua porosidade, e conseqüentemente à sua grande área superficial específica, pode significativamente aumentar a capacidade de retenção de água. Por essas razões, a fertilidade química da *Terra Preta de Índio* é significativamente superior à maioria dos solos amazônicos não perturbados pela atividade humana pré-histórica.

Práticas de manejo que visem à adição e fixação de carbono ao sistema, melhorando sua qualidade química e física, podem diminuir a demanda por recursos externos para manter a produtividade das culturas. Nesse sentido, a adição de materiais orgânicos (carvão vegetal) e inorgânicos (vermiculita expandida) pode contribuir na melhoria dos atributos físicos e químicos dos substratos.

O biocarvão ou Biochar consiste em carvão vegetal resultante da pirólise da matéria orgânica. Almeida (2014) define como o produto da decomposição térmica por pirólise de material orgânico sob uma quantidade limitada de oxigênio. Esse processo permite a retenção de 20 a 50% do carbono presente no material de origem. O biochar pode ser produzido na propriedade rural a partir de restos vegetais como podas de árvores, palhas, serragens, resíduos de culturas, entre outros. A utilização do biochar, de acordo com Dantas et al. (2011), traz benefícios em função da melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos dos solos, como a capacidade de retenção de água e aeração, aumento do pH e do teor de nutrientes, além de proporcionar melhorias nas condições para o desenvolvimento e manutenção da microbiologia do solo.

A utilização do carvão vegetal de forma isolada (Dantes et al., 2019) ou como

componente da constituição do substrato favorece a germinação e o crescimento vegetal, pois aumenta a retenção de água e nutrientes, além do que, o processo de pirólise produz também materiais com efeito na correção de acidez pelo aumento do pH. Por fixar carbono e melhorar sua fertilidade, o biochar pode ser uma opção sustentável para manter e aumentar a produção com menor uso de recursos naturais e fertilizantes sintéticos (DA SILVA et al., 2014).

A vermiculita expandida é uma argila bastante empregada na produção de mudas de forma isolada ou na composição dos substratos. Segundo Ugarte (2008), seus atributos físicos e químicos como baixa densidade, composição uniforme e esterilidade biológica são atributos que aumentam a capacidade de enraizamento e desenvolvimento das plantas.

Diante disso, a hipótese do trabalho foi verificar se os materiais puros (compostagem – T, biochar granulometria 1 – BG1, biochar granulometria 2 – BG2, vermiculita pura granulometria 1 – VPG1 e vermiculita pura granulometria 2 – VPG2), apresentam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre si, em função dos atributos químicos (pH e condutividade elétrica) e físicos (densidade, porosidade total, macroporos e microporos).

O objetivo deste projeto foi caracterizar e avaliar os atributos químicos e físicos de três materiais puros (composto orgânico, biochar e vermiculita) constituintes de substratos vegetais para produção de mudas de hortaliças.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Química e Mineralogia do Solo – LQMS e Laboratório de Caracterização e Reciclagem de Resíduos – LCRR, vinculados ao Centro de Ciências Agrárias – CCA, do Departamento de Agronomia – DAG, campus sede da Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Os materiais utilizados para implantação dos experimentos foram: Composto orgânico produzido a partir de esterco de equino e restos culturais de olerícolas; biochar proveniente da pirólise de eucalipto e vermiculita expandida comercial. O composto orgânico foi seco em casa de vegetação por 7 dias e peneirado, em peneira com abertura de 4,0 mm, para homogeneização do material. O fracionamento do biochar e da vermiculita em diferentes tamanhos de partículas foi feito por tamisamento, por meio de tamisador vibratório (*Produtest*) durante 10 minutos em vibração máxima com utilização de peneiras com diferentes aberturas (4, 2, 1 e 0,5 mm). As peneiras foram sobrepostas em ordem decrescente de diâmetro entre o fundo e a tampa. Após cada ciclo no tamisador, os materiais retidos em cada peneira foram reservados e separados conforme as diferentes granulometrias. Dos materiais separados, tanto do biochar quanto da vermiculita, foram selecionados para este

trabalho, somente as granulometrias < 0,5mm e entre 2,0 a 4,0 mm, denominadas de G1 e G2, respectivamente. Esses materiais tamisados foram denominados: T (testemunha = composto orgânico, granulometria < 4,0 mm), BG1 (biochar na granulometria 1 – < 0,5 mm), BG2 (biochar na granulometria 2 – 2,0 a 4,0 mm), VPG1 (vermiculita pura na granulometria 1 – < 0,5 mm) e VPG2 (vermiculita pura na granulometria 2 – 2,0 a 4,0 mm).

Foram coletadas 2 amostras de cada material puro (compostagem, biochar e vermiculita) e analisados seus atributos para fins de fertilidade conforme metodologias descritas em EMBRAPA (2011).

Os ensaios para caracterização dos atributos químicos e físicos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 5 tratamentos (T, BG1, BG2, VPG1, VPG2), 10 repetições, no total de 50 unidades experimentais.

Para determinação dos atributos físicos: densidade (D), porosidade total (Pt), macroporosidade (Ma) e microporosidade (Mi), foram utilizados tubetes de polietileno com capacidade para 100 cm³, previamente identificados, de acordo com seu tratamento e repetição. A determinação exata do volume (V) de cada tubete foi feita individualmente, com auxílio de balança analítica digital (*Gehaka*, BG 1000), pela determinação da massa de água necessária para o preenchimento do seu volume total. Considerando que a densidade ($d = m / V$) da água é 1 g L⁻¹, logo o peso encontrado em gramas (g) será igual ao volume em litros (L).

Com o auxílio de espátula, os tubetes foram preenchidos com os materiais puros e compactados após 5 batidas a uma distância de 10 cm da superfície do balcão. Em seguida, os tubetes foram saturados com água deionizada e pesados (peso saturado – PSa) com auxílio da balança analítica digital. Após, foi permitida a drenagem da água contida nos macroporos por 24 horas e novamente pesados (peso drenado – PD). Em seguida foram colocados em estufa com circulação e renovação de ar (*Tecnal – TE 394/2*) a 75° C por 72 horas e então novamente pesados para obtenção do peso seco – PSe. Com estes dados, foi possível determinar: densidade [$D = (PSe)/V$], porosidade total [$Pt = (PSa - PSe) / V * 100$], macroporosidade [$Ma = (PSa - PD) / V * 100$] e microporosidade ($Mi = Pt - Ma$).

Para a determinação dos atributos químicos, foram utilizados copos descartáveis, previamente identificados, de acordo com seu tratamento e repetição. Para a determinação do pH foram adicionados aos copos plásticos 10 cm³ de cada material, com o auxílio de cachimbo de plástico, acrescido de 25 ml de água deionizada, na proporção de 1:2,5. Em seguida, numa mesa agitadora (*Tecnal, TE 1401*) os materiais ficaram sob agitação durante 10 minutos seguidos de 30 minutos de repouso. Após este período, com o auxílio de pH-metro de bancada (*Hanna Instruments, HI 2221*) e de condutivímetro (*Digimed, DM 3*) foram realizadas as determinações de pH e condutividade elétrica.

Para análise dos dados obtidos referente a caracterização dos atributos físicos (D, Pt, Ma e Mi) e químicos (pH e CE) dos materiais puros (T, BG1, BG2, VPG1 e VPG2) determinados com dez repetições, foi utilizado o programa estatístico *SISVAR* (FERREIRA, 2011), versão 5.3 (Build 77), com teste de agrupamento de médias (*Scott-Knott*), em nível 5% de significância, para análise dos resultados.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados obtidos, neste trabalho e condições experimentais, é possível afirmar que existem diferenças significativas ($p < 0,05$) nos atributos físicos e químicos dos materiais puros (Tabelas 1 e 2).

Os materiais não apresentam nenhuma limitação química à sua utilização como componentes de substratos ou mesmo sua utilização de forma isolada (Tabela 1). Os materiais apresentam alguma alcalinidade (biochar e vermiculita) mas não possuem excesso de sódio (dados não apresentados) ou acidez associada à presença de alumínio tóxico às raízes (Tabela 1). Os valores discrepantes nos atributos químicos não são limitantes ao desenvolvimento vegetal pois misturados com outros materiais ou mesmo utilizados isoladamente, a alta concentração de cálcio e magnésio não seria limitante ao desenvolvimento vegetal (Minami e Salvador, 2010). Os micronutrientes não apresentam excesso em suas concentrações (Tabela 1) e são necessários e suficientes ao desenvolvimento vegetal.

Os tratamentos que utilizaram carvão e vermiculita apresentaram pH alcalino enquanto que o composto orgânico apresentou acidez fraca (6,0 a 7,0), considerada faixa ideal para máxima capacidade de absorção de nutrientes (Kiehl, 1979 e Minami e Salvador, 2010). De acordo com Inácio et. al. (2009), o composto orgânico tem como componentes a matéria orgânica parcialmente estabilizada, substâncias húmicas e elementos minerais, combinação capaz de condicionar favoravelmente a fertilidade além de aumentar e estabilizar o pH do material.

Com relação a condutividade elétrica, os tratamentos apresentaram baixa quantidade de sais solúveis quando comparados ao composto orgânico, exceto o BG1 que apresentou valor extremamente elevado de CE. Os tratamentos T, BG1 e BG2 apresentaram valores de CE maior do que 4 dS/m, de acordo com Lima Junior (2015), valor acima do limite de tolerância para a maioria das culturas.

Todos os tratamentos apresentaram valores médios de densidade D, superiores ao composto orgânico, exceto o tratamento VPG2 (Tabela 2). A vermiculita expandida é comumente utilizada na composição de substratos por apresentar características como baixa densidade e elevada porosidade, além disso, em geral, quanto maior sua granulometria maior a porosidade, o que interfere diretamente na densidade do material.

Tanto o carvão quanto a vermiculita apresentaram quantidades de poros inferiores à testemunha ou composto orgânico. Também é verificado que os tratamentos com granulometria mais fina (G1) apresentaram porosidade total menor que aqueles com granulometria mais grosseira (G2). Mais importante que determinar a porosidade do material, é saber qual a distribuição do tamanho de seus poros.

Amostra	pH	C	Ca ²⁺ + Mg ²⁺	K	H ⁺ + Al ³⁺	Al ³⁺	SB	CTC	V	Cu	Zn	Fe	Mn	P
CaCl ₂	g kg ⁻¹		-----	cmol _c	dm ⁻³ -----			(%)		-----	mg dm ⁻³ -----			
T	6,20	61,40	17,90	1,00	2,7	0,00	18,9	21,5	88	2,40	47,1	70,7	113,4	2188
BG1	7,60	25,70	5,60	1,79	1,30	0,00	7,40	8,70	85	0,70	3,80	24,10	14,80	68,40
BG2	7,90	8,60	6,10	1,86	1,20	0,00	7,90	9,10	87	0,70	4,20	18,20	15,40	116,40
VPG1	8,00	2,10	25,80	0,28	1,30	0,00	26,10	27,30	95	1,10	2,80	95,40	24,60	107,50
VPG2	8,00	1,60	25,90	0,27	1,30	0,00	26,20	27,50	96	1,10	3,40	100,30	23,90	106,30

Tabela 1. Análise química de macro e micronutrientes das amostras de composto, carvão vegetal e vermiculita.

T-testemunha - composto orgânico, BG1 – biochar granulometria 1, BG2 – biochar granulometria 2, VPG1 – vermiculita pura granulometria 1, VPG2- vermiculita pura granulometria 2, CE – condutividade elétrica, D – densidade, Pt – porosidade total, Ma – macroporosidade, Mi – microporosidade (Valores são média de duas repetições).

Tratamentos	pH	CE		D		Pt		Ma		Mi		
		(dS. m ⁻¹)	(g. cm ⁻³)	(%)	(%)	(%)	(%)					
T	6,37	a1	6,75	a4	0,36	a2	85	a4	28	a3	57	a4
BG1	8,62	a2	17,25	a5	0,67	a4	62	a1	9	a2	53	a3
BG2	8,76	a3	4,64	a3	0,48	a3	63	a2	40	a4	23	a1
VPG1	8,67	a2	2,72	a2	0,78	a5	64	a2	4	a1	60	a5
VPG2	8,83	a3	0,97	a1	0,29	a1	77	a3	44	a5	33	a2

Tabela 2. Valores dos atributos químicos e físicos dos materiais puros.

T – composto orgânico, BG1 – biochar granulometria 1, BG2 – biochar granulometria 2, VPG1 – vermiculita pura granulometria 1, VPG2- vermiculita pura granulometria 2, CE – condutividade elétrica, D – densidade, Pt – porosidade total, Ma – macroporosidade, Mi – microporosidade. (Valores são média de dez repetições)

Os tratamentos com granulometria mais fina (G1) apresentaram menor quantidades de macroporos, cerca de 78 e 92%, respectivamente para carvão e vermiculita, enquanto que aqueles com granulometria mais grossa (G2) apresentaram maior macroporosidade. O aumento da macroporosidade em função da granulometria dos materiais equivale a 4,6 e 11 vezes, respectivamente para carvão e vermiculita puros. Inversamente, os tratamentos com G1 tiveram maior quantidade de microporos que G2.

De acordo com Minami e Salvador (2010) a relação ideal entre os macro e microporos seria de 1:2, equivalente em porcentagem, a aproximadamente 33% e 67%, respectivamente. Conforme os dados da Tabela 3, é possível observar a relação de macro e microporos em função da porosidade total de cada tratamento.

Tratamentos	Porosidade Total (%)	Macroporos (%)	Microporos (%)	Relação
T	100a	33b	67b	1 : 2,1
BG1	100a	15c	85a	1 : 5,7
BG2	100a	64a	36c	1 : 0,6
VPG1	100a	6c	94a	1 : 15,7
VPG2	100a	57a	43c	1 : 0,8

Tabela 3. Relação de macro e microporos dos materiais puros em função da porosidade total.

T – composto orgânico, BG1 – biochar granulometria 1, BG2 – biochar granulometria 2, VPG1 – vermiculita pura granulometria 1 e VPG2- vermiculita pura granulometria 2.

Em relação à distribuição ideal de poros os tratamentos BG2 e VPG2 apresentam mais macro do que microporos enquanto que BG1 e VPG1 tiveram elevada porcentagem de microporos. O composto orgânico ficou mais próximo da porosidade ideal (Tabela 3).

4 | CONCLUSÃO

Com relação aos materiais puros, o composto orgânico apresentou as melhores características relacionadas ao pH, densidade, macro e microporosidade, consideradas como ideais para a produção de mudas. A vermiculita na granulometria 2 apresentou boa porosidade total e condutividade elétrica e, o carvão também na granulometria 2 obteve valor ideal de densidade recomendado para produção de hortaliças.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. C.; JESUS, F. A.; SANTOS, F. M. S.; FRICKS, A. T.; FREITAS, L. S.; LIMA, A. S.; SOARES, C. M. F. **Avaliação e comparação da eficiência de imobilização de lipase burckolderia cepacia em biochar.** Universidade Tiradentes – Unit. 16ª Semana da Pesquisa – Sempesq. Aracaju - SE, 2014.

CRISPIM, J. G.; RÊGO, E. R.; PESSOA, A. M. S.; RÊGO, M. M. Utilização de substratos alternativos na produção de mudas de pimenteira ornamental (*Capsicum sp L.*). **Cadernos de Agroecologia**, Bananeiras – B, v. 10, n. 2, 2015.

DANTAS, D. S.; JUNIOR, B. H. M.; OLIVEIRA, S. T.; LIMA, S. L. **Uso de biochar e esterco bovino na formação de substratos para produção de mudas de rúcula.** Cáceres – MT: Universidade do Estado do Mato Grosso – Unemat, 2011.

DA SILVA, M. A. S.; MADARI, B. E.; CARVALHO, M. T. M. **Mudanças na fertilidade de um latossolo de cerrado e na produtividade de feijoeiro comum irrigado pelo uso de biomassa carbonizada.** Embrapa Arroz e Feijão. Santo Antônio de Goiás - GO, 2014.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras,

FERREIRA, J. C. **Avaliação de substratos comerciais e diferentes materiais orgânicos e inorgânicos para o cultivo de alisso (*Alyssum maritimum*)**. Maringá – PR: Universidade Estadual de Maringá – UEM, 2000.

FERREIRA, L. L.; ALMEIDA, A. E. S.; COSTA, L. R.; MEDEIROS, J. F.; PORTO, V. C. N. Vermicompostos como substrato na produção de mudas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) e couve-folha (*Brassica oleracea* var. *acephala*). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró-RN, v. 9, n. 2., 2014.

GLIESMANN, S. R. **Agroecologia – processos ecológicos em agricultura sustentável**. 3ª Edição. Porto Alegre: Editora UFRGS 2005.

GOMES, R. L. R.; SILVA, M. C.; COSTA, F. R.; LIMA JUNIOR, A. F.; OLIVEIRA, I. P.; SILVA, D. B. Propriedades físicas e teor de matéria orgânica do solo sob diferentes coberturas vegetais. **Revista Faculdade Montes Belos**. Montes Belos-GO, v. 8, n° 5, p. 72-86, 2015.

INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. **Compostagem – ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos**. Rio de Janeiro – RJ: Embrapa Solos, 2009.

KERN, D. C.; TEIXEIRA, W. G.; MADARI, B. E.; LIMA, H. N.; WOODS, W. **As Terras Pretas de Índio da Amazônia – Evolução do conhecimento em terra preta de índio**. Manaus – AM: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009.

KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu – SP: Editora Agroecológica, 2001.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**. São Paulo – SP: Editora Agronômica Ceres, 1979.

KLEIN, C.; VANIN, J.; CALVETEU, E. O.; KLEIN, V. A. Caracterização química e física de substratos para a produção de mudas de alface. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre – RS, v. 18, n.2, 11-119, 2012.

LIMA JUNIOR, A. R.; AGUIAR, R. I.; SILVA, R. C.; BEZERRA, A. C.; SOARES, C. S. Produção de mudas de quiabeiro sob diferentes doses de esterco bovino. **Cadernos de Agroecologia**. Lagoa Seca – PB, v. 10, n. 3, p. 1- 6. 2015.

MELO, D. M. **Reutilização do substrato e concentração da solução nutritiva no cultivo do tomateiro do grupo salada**. Jaboticabal – SP: Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2015.

MINAMI, K.; SALVADOR, E. D. **Substrato para plantas**. Piracicaba - SP: Editora Degaspari, 2010.

NAVROSKI, M. C.; ARAÚJO, M. M.; PEREIRA, M. O.; FIOR C. S. Influência do polímero hidrorretentor nas características do substrato comercial para produção de mudas florestais. **Interciência**, Caracas, v. 41, n. 5, 37 – 361, 2016.

REZENDE, S. W. **Caracterização de sementes e produção de mudas de cordia superba em sistemas hidropônicos e convencional com diferentes substratos**. Universidade Federal de Lavras. Lavras – MG, 2014.

SILVA, A. P. **Física do solo – Is00310**. Piracicaba: Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, 2010.

TEIXEIRA, W. G.; KERN, D. C.; MADARI, B. E.; LIMA, H. N.; WOODS, W. **As Terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso deste Conhecimento na Criação de Novas Áreas**.

Manaus – AM: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009.

UGARTE, J. F. O.; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. **Rochas e minerais industriais**. Vermiculita. **2ª Edição**. Belo Horizonte-MG: Centro de Tecnologia Mineral – CETEM, 2008.

VIEIRA, L. R.; *SOUZA, P. L. T.*; *BOLIGON, A. A.*; *VESTENA, S.* Diferentes composições com substratos orgânicos na produção de mudas de *Eugenia unilora* L. **Revista Biotemas**, São Gabriel – RS, v. 28, n. 3, p. 43 – 49, 2015.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Higo Forlan Amaral - Graduado em Ciências Biológicas e Agronomia pelo Centro Universitário Filadélfia, Mestre e Doutor em Solos e Nutrição de Plantas com ênfase em Microbiologia e Bioquímica do Solo pela Universidade Estadual de Maringá-Pr e cotutela com Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) no Laboratório de Microbiologia do Solo, Londrina - PR. Especialista em Estatística pela Universidade Estadual de Londrina, com cotutela do departamento de Biometria do IAPAR. Docente nos cursos de graduação e pós-graduação em Agronomia do Centro Universitário Filadélfia (UniFil), Londrina - PR. E docente colaborador do Programa de Mestrado Profissional em Agroecologia da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá - PR. Áreas de atuação: - Microbiologia Agrícola para o desenvolvimento de Agricultura Conservacionista e Agroecologia. Biologia, Microbiologia e Bioquímica do Solo. Bioestatística. Também tem investigado assuntos relacionados Educação em Solos e Microbiologia, Metodologias Ativas de Ensino, Letramento estatístico.

Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada - Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Espírito Santo, Mestrado em Microbiologia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa e Doutorado em Fitopatologia pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. É professora Associado C da Universidade Estadual de Maringá. Foi Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia (2013-2014) e coordenadora adjunta (2015-dez 2016). Atualmente está na Coordenação Adjunta (2019-2021). Orienta alunos de doutorado, mestrado acadêmico e profissional, Iniciação científica, pós-doutorado e supervisão de estágio obrigatório. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em interação planta-patógeno e controle alternativo de doenças de plantas com uso de leveduras, fungos sapróbios, extratos e óleo essencial de planta medicinal, cogumelos e bioformulados.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adubação orgânica 118, 119, 120, 121, 122, 123, 126, 129, 131, 132, 133, 136, 137, 226, 227, 228, 230, 231, 236, 237

Adubo orgânico 70, 118, 119, 129, 137, 176, 230, 237

Agricultura orgânica 3, 151, 212, 214, 228

Agroecologia 2, 10, 11, 12, 14, 23, 26, 29, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 60, 70, 72, 105, 118, 124, 126, 139, 149, 158, 160, 173, 186, 189, 199, 210, 212, 229, 240, 241, 248, 249, 251

Alface americana 118, 121, 123, 124, 125, 239

Avicultura 17, 20, 150, 151, 156, 158, 159, 186, 189, 190, 191, 192, 194, 197, 198

Avicultura colonial 20, 150

B

Bactérias diazotróficas 127, 212, 238

Bastão quântico 139, 141, 142, 143, 147

Bem-estar 26, 28, 29, 30, 38, 155, 157, 187

Bioativação do solo 60, 63, 64, 65, 66, 68, 126

Bokashi 60, 61, 65, 66, 69, 70, 71, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 137, 138

C

Caixas alternativas 26

Cama de frango 126, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 138

Catalase 8, 173, 174, 175, 177, 179, 180, 182, 183

Comércio justo 43, 50

Comunicação 43, 195

Condutividade elétrica 199, 203, 205, 207, 208, 209, 240, 242, 244, 245, 246, 247, 248

Controle alternativo 1, 2, 69, 72, 109, 163, 177, 251

Controle biológico 69, 72, 73, 78, 79, 108, 114, 116, 117, 214

D

Densidade 9, 62, 65, 73, 120, 199, 201, 203, 205, 206, 207, 208, 209, 216, 229, 230, 233, 236, 240, 242, 244, 245, 246, 247, 248

Diversidade 44, 62, 63, 66, 67, 229, 230, 231, 232, 233, 235, 236

Dose 86, 93, 112, 124, 129, 212, 213, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 225, 226, 229, 230

E

Educação sanitária 186, 190, 191, 193, 196

Esterco bovino 118, 120, 121, 123, 132, 210, 219, 248, 249

Estresse 26, 30, 55, 151, 180, 235

F

Fitoalexina 8, 106, 109, 110, 111, 112

Fontes proteicas alternativas 14

Formulário 150, 152, 190, 192

H

Hábitos de consumo 150, 152

Homeopatia 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 11, 13, 142, 160, 162, 163, 166, 171, 172, 173, 175, 176, 179, 183

Hortaliças 119, 124, 171, 201, 208, 210, 237, 240, 241, 242, 244, 248

I

Indução de resistência 1, 8, 11, 12, 72, 73, 75, 76, 117, 163, 168, 175, 182, 184

Informalidade 186, 188, 189, 190, 192, 195, 196

Isopor® 26, 27, 28, 31, 32

L

Leite in natura 106, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 117

Levedura 106, 108, 109, 113, 115, 117

Lycopodium clavatum 160, 161, 162, 163, 170

M

Macroporosidade 94, 199, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 240, 245, 247

Maracujá 173, 174, 176, 179, 181, 184

Matéria orgânica carbonizada 240

Microrganismos 4, 31, 33, 34, 36, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 73, 75, 108, 109, 114, 120, 128, 130, 133, 134, 193, 214, 230, 231, 233, 235, 236, 237

N

Nanopartículas 51, 53, 54, 56, 57

Nanossistemas 51, 54, 55, 56

Nanotecnologia 51, 52, 53, 54, 56, 59

Nicho de mercado 150, 188

Nutrição animal 14

P

Phaseolus vulgaris 12, 96, 104, 126, 127, 136, 137, 148, 172, 184

Porosidade total 199, 203, 204, 205, 206, 208, 209, 240, 242, 244, 245, 247, 248

Promoção de crescimento vegetal 212

Proteção de cultivos 51, 53

R

Resíduo orgânico 230

Resíduos orgânicos 71, 85, 210, 225, 234, 239, 240, 249

Rizobactérias 72, 73, 79

S

Sanidade avícola 186, 188, 190, 197

Sericicultura 14, 15, 16, 18, 23, 24

Sistema alimentar 43

Solanum lycopersicum 7, 148, 160, 161

Soluções ultradiluídas 1, 12, 170

Sorghum bicolor 139, 140

Sulphur 4, 5, 6, 7, 8, 11, 160, 161, 162, 163, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 172, 175

Supressão de doenças 60, 64

T

Testes de germinação 139, 143

 **Atena**
Editora

2 0 2 0