

ARIADNA FARIA VIEIRA | LEONARDO FRANÇA DA SILVA  
VICTOR CRESPO DE OLIVEIRA  
(ORGANIZADORES)

# CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Debates emblemáticos e situação perene 2



**Atena**  
Editora  
Ano 2023

ARIADNA FARIA VIEIRA | LEONARDO FRANÇA DA SILVA  
VICTOR CRESPO DE OLIVEIRA  
(ORGANIZADORES)

# CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Debates emblemáticos e situação perene 2



**Atena**  
Editora  
Ano 2023

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Ellen Andressa Kubisty

Luiza Alves Batista

Nataly Evilin Gayde

Thamires Camili Gayde

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena

Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

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

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

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

**Conselho Editorial**

**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

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

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

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

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

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

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
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. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás  
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 agrárias: debates emblemáticos e situação perene 2

**Diagramação:** Ellen Andressa Kubisty  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Ariadna Vieira  
Leonardo França da Silva  
Víctor Crespo de Oliveira

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b>	
C569	<p>Ciências agrárias: debates emblemáticos e situação perene 2 / Organizadores Ariadna Vieira, Leonardo França da Silva, Víctor Crespo de Oliveira. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.</p> <p>Formato: PDF  Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  Modo de acesso: World Wide Web  Inclui bibliografia  ISBN 978-65-258-1629-6  DOI: <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.296232408">https://doi.org/10.22533/at.ed.296232408</a></p> <p>1. Ciências agrárias. I. Vieira, Ariadna (Organizadora). II. Silva, Leonardo França da (Organizador). III. Oliveira, Víctor Crespo de (Organizador). IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 630</p>
<b>Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166</b>	

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

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

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

A coleção “Ciências Agrárias: Debates emblemáticos e situação perene 2” é uma obra que se concentra na discussão científica por meio de diversos trabalhos que compõem seus capítulos. Este volume aborda de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos, pesquisas, relatos de casos e/ou revisões que transitam por várias áreas das Ciências Agrárias. Os assuntos apresentados neste E-book são tratados de maneira clara e acessível.

Esta obra visa suprir as demandas transdisciplinares das Ciências Agrárias, promovendo a construção do conhecimento através de uma visão menos compartimentalizada. O objetivo principal é apresentar estudos desenvolvidos em diversas Instituições de Ensino, Pesquisa e Extensão do país e do mundo, de forma categorizada e clara.

Os conteúdos foram elaborados por especialistas de diferentes áreas, incluindo Microbiologia, Fruticultura, Ciência do Solo, Fitopatologia, Entomologia, Engenharia Agrícola, Zootecnia, Medicina Veterinária e áreas correlatas. Assim, diversos temas interessantes são discutidos, com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos e todos aqueles que se interessam pelo universo das Ciências Agrárias.

Os organizadores e a Atena Editora agradecem aos autores vinculados às diferentes Instituições de Ensino, Pesquisa e Extensão do Brasil e do exterior por compartilharem seus estudos, tornando possível a elaboração deste livro virtual. Esperamos que esta obra estimule a intercomunicação das mais diversas áreas das Ciências Agrárias em prol da ciência e pesquisa, atendendo às mais variadas demandas de conhecimento.

Reconhecemos a importância da divulgação científica e, por isso, evidenciamos a estrutura da Atena Editora, que oferece uma plataforma consolidada e confiável para que esses pesquisadores possam expor e divulgar seus resultados.

Boa leitura!

Ariadna Vieira  
Leonardo França da Silva  
Víctor Crespo de Oliveira

<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
ANÁLISE DA POTENCIALIDADE DO ÓLEO DE GIRASSOL PRODUZIDO EM NOVA ANDRADINA	
Thamiris Marcela Lopes Gomes Grazieli Suszek de Lima	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.2962324081">https://doi.org/10.22533/at.ed.2962324081</a>	
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>8</b>
AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM DE PRODUTOS LÁCTEOS DE DIFERENTES MARCAS NACIONAIS FRENTE À NOVA LEGISLAÇÃO	
Juliana Maria Alves Caldas Letícia de Melo da Silva Monalisa de Sousa Moura Souto Nathana Rodrigues Lima Rafaely de Almeida Brito Viviane Correa Silva Coimbra Ana Cristina Ribeiro Amanda Mara Teles	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.2962324082">https://doi.org/10.22533/at.ed.2962324082</a>	
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>18</b>
ASPECTOS DEMOGRÁFICOS DA PECUÁRIA NO MARANHÃO, BRASIL	
Tania Maria Duarte Silva Adriana Prazeres Paixão Hertlane de Olinda Vieira Barros Lauro de Queiroz Saraiva Carla Janaina Rebouças Marques do Rosário Danilo Cutrim Bezerra Nancyleni Pinto Chaves Bezerra Viviane Correa Silva Coimbra	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.2962324083">https://doi.org/10.22533/at.ed.2962324083</a>	
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>30</b>
FISIOLOGIA DO PARASITISMO: A RELAÇÃO PLANTA-PATÓGENO	
Júlia Letícia Cassel Bruna Dalcin Pimenta Rodrigo Luiz Ludwig Daniela Batista dos Santos	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.2962324084">https://doi.org/10.22533/at.ed.2962324084</a>	
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>46</b>
ESTRATÉGIAS DE MANEJO O AUMENTO DA PRODUTIVIDADE DA SOJA NA REGIÃO CENTRAL DO RS	
Bruno Luan da Rosa Machado Zanandra Boff de Oliveira Alberto Eduardo Knies	

Eduardo Leonel Bottega  
Ezequiel Saretta

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2962324085>

**CAPÍTULO 6 .....59**

**IMPACTOS AMBIENTAIS ORIUNDOS DO DESCARTE INCORRETO DA VINHAÇA**

João Henrique Spinelli  
Gilberto Aparecido Rodrigues  
Kátia Cristina Galatti  
Vanessa Amaro Vieira  
Isabel Cristina Rodrigues Cestari  
Jakeline Campos do Amorim  
Uanderson Mendes da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2962324086>

**CAPÍTULO 7 .....69**

**AVALIAÇÃO DA ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL ATUANTES NOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO HORTÍCOLA NO MUNICÍPIO DE BOTUCATU**

Leonardo França da Silva  
Márcio Gonçalves Campos  
Marcos Antônio Pereira da Fonseca Maltez  
Victor Crespo de Oliveira  
Ana Carolina Chaves Dourado  
Érika Manuela Gonçalves Lopes  
Rodrigo Sebastião Machado de Freitas  
Kamila Cristina de Credo Assis  
Matheus Mendes Reis  
Fabiane de Fátima Maciel  
Irene Menegali  
Ariadna Faria Vieira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2962324087>

**CAPÍTULO 8 .....79**

**CONTROL BIOLÓGICO IN VITRO DE COLLETOTRICHUM GLOESPORIOIDES EN RELACIÓN CON EL MEDIO DE CULTIVO Y TEMPERATURA**

Walter Flores-Bazauri  
Lisi Cerna-Rebaza  
Roger Veneros-Terrones  
César Mejía-Llontop  
Luis Gonzales-Llontop  
Vito Quilcat-León  
Julio Chico-Ruiz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2962324088>

**CAPÍTULO 9 ..... 105**

**INDICADORES DA SUSTENTABILIDADE E DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA DE**

**AGRICULTORES FAMILIARES DO MUNÍCIPIO DE BOTUCATU/SP**

Leonardo França da Silva  
 Victor Crespo de Oliveira  
 Érika Manuela Gonçalves Lopes  
 Ana Carolina Chaves Dourado  
 Isabely Cristina Lourenço dos Santos  
 Rodrigo Sebastião Machado de Freitas  
 Nathalia Soares Barbosa  
 Matheus Mendes Reis  
 Fabiane de Fátima Maciel  
 Irene Menegali  
 Ariadna Faria Vieira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2962324089>

**CAPÍTULO 10..... 121****MULTILICAÇÃO E CONSERVAÇÃO *IN VITRO* DE *MENTHA X VILLOSA* HUDS**

Rafaela Fonseca Lopes  
 Mariane de Jesus da Silva de Carvalho  
 Weliton Antônio Bastos de Almeida

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.29623240810>

**CAPÍTULO 11 ..... 139****LETTUCE TYPES DEVELOPMENT AND SUBSTRATE FERTILITY ATTRIBUTES IN RESPONSE TO DOSES OF AN AEROBIC BIOFERTILIZER**

Catharine Abreu Bomfim  
 Mariana Rodrigues Fontenelle  
 Marcos Brandão Braga  
 Daniel Basílio Zandonadi  
 Juscimar da Silva  
 Ítalo Moraes Rocha Guedes  
 Helson Mário Martins do Vale  
 Carlos Eduardo Pacheco Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.29623240811>

**CAPÍTULO 12..... 153****POTÁSSIO NA CULTURA DO EUCALIPTO: UMA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA**

Leonardo Santos Cardozo  
 Vitor Corrêa de Mattos Barretto  
 Victor Hugo Cruz  
 Matheus da Silva Araújo  
 Yanca Araújo Frias  
 Paulo Renato Matos Lopes  
 Fernando Amoroso Laurenti  
 Rhaíra Uzae Rosso  
 José Antônio Rabelo dos Santos  
 Thalia Silva Valério

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.29623240812>

**CAPÍTULO 13..... 165**

PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA E ATIVIDADE LARVICIDA DO EXTRATO ETANÓLICO DE *SOLANUM SISYMBRIIFOLIUM* (SOLANACEAE), SOBRE *AEDES AEGYPTI* (DIPTERA: CULICIDAE)

Ana Shara Moura da Rocha  
 Rafaela Brito Ribeiro Santos  
 Marcel Marck Passos  
 Daniel Lobo Sousa  
 Guadalupe Licona Macedo  
 Débora Cardoso da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.29623240813>

**CAPÍTULO 14..... 171**

SISTEMAS AGROFLORESTAIS COMO ESTRATÉGIA DE ENFRENTAMENTO AO ÊXODO RURAL

Bianca Nicácio Malta  
 Kathleen Lins dos Santos  
 Thalia Fernanda da Silva  
 José Roberto Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.29623240814>

**CAPÍTULO 15..... 180**

MODELOS DE CULTIVO EN ACUICULTURA Y SU IMPORTANCIA ALIMENTICIA

José Luis Gómez-Márquez  
 Bertha Peña-Mendoza  
 José Luis Guzmán-Santiago  
 Roberto Trejo-Albarrán

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.29623240815>

**CAPÍTULO 16..... 201**

USE OF SENTINEL-2 IMAGES IN COASTAL WATERS TO EVALUATE THE CONCENTRATION OF CHL-A AND CORRELATION IN THE OCCURRENCE OF THE SPECIES EMERITA BRASILIENSIS

Alberto Martins Barros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.29623240816>

**CAPÍTULO 17..... 205**

TUTORIA DO CURSO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS: QUÍMICA GERAL E ANALÍTICA

Viviane Roberta de Jesus do Nascimento Froés  
 Mírian da Silva Costa Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.29623240817>

**CAPÍTULO 18..... 216**

QUALIDADE DA ÁGUA FORNECIDA À SUÍNOS NA REGIÃO DA ZONA DA

MATA DO ESTADO DE MINAS GERAIS, BRASIL

Letícia Albergaria Campos Ségala

Mariana Costa Fausto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.29623240818>

**CAPÍTULO 19.....233**

**AVALIAÇÃO DO BEM ESTAR EM PEIXES ORNAMENTAIS PELA PERSPECTIVA DE CRIADORES NÃO COMERCIAIS**

Carlos Henrique do Nascimento

Djalma Fernandes de Souza Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.29623240819>

**SOBRE OS ORGANIZADORES .....239**

**ÍNDICE REMISSIVO .....240**

## ANÁLISE DA POTENCIALIDADE DO ÓLEO DE GIRASSOL PRODUZIDO EM NOVA ANDRADINA

Data de submissão: 05/07/2023

Data de aceite: 01/08/2023

### **Thamiris Marcela Lopes Gomes**

Bacharelado em Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul  
Nova Andradina - Mato Grosso do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/7226439837139785>

### **Grazieli Suszek de Lima**

Doutorado em Engenharia Agrícola, Instituto Federal de educação, ciência e tecnologia de Mato Grosso do Sul.  
Nova Andradina - Mato Grosso do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/1751395666653306>

**RESUMO:** A cultura do girassol (*Helianthus annuus L.*) se instalou no Brasil através dos primeiros colonizadores europeus, que possuíam o hábito do consumo de derivados dessa cultura. A extração do óleo de girassol teve início a partir do desenvolvimento de pesquisas para a produção de biodiesel. Neste sentido, objetivou-se analisar e comparar as características do óleo de Girassol produzido em Nova Andradina/MS, em dois ciclos de cultivo. Foram coletadas amostras de sementes de girassol para posterior análise da potencialidade do óleo de girassol. Os resultados obtidos para os dois ciclos de cultivo indicam valores

próximos em relação a suas médias anuais. Concluindo que os valores encontrados para os ciclos de cultivo se encaixam dentro dos padrões de qualidade exigidos pela indústria.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Helianthus annuus L.*, óleo de girassol, análise.

### ANALYSIS OF THE POTENTIALITY OF SUNFLOWER OIL PRODUCED IN NOVA ANDRADINA

**ABSTRACT:** Sunflower (*Helianthus annuus L.*) culture was established in Brazil by the first European colonizers, who had the habit of consuming derivatives of this crop. The extraction of sunflower oil started with the development of researches for the production of biodiesel. In this sense, the objective was to analyze and compare the characteristics of sunflower oil produced in Nova Andradina/MS, in two cycles of cultivation. Sunflower seed samples were collected for further analysis of the sunflower oil potential. The results obtained for the two cultivation cycles indicate close values in relation to their annual averages. Concluding that the values found for the

cultivation cycles fit within the quality standards required by the industry.

**KEYWORDS:** *Helianthus annuus L.*, sunflower oil, analysis.

## INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus L.*) teve origem na América do Norte. Foi levado para a Europa ainda no século XVI, onde foi cultivado como planta ornamental em pequenas áreas e residências (ROSSI, 1998). Após ser melhorado no continente europeu, por volta de 1880, o girassol é reintroduzido nos EUA, por fazendeiros americanos. Inicialmente, o uso foi como planta forrageira e posteriormente como oleaginosa, com a introdução de cultivares com bom rendimento e alto teor de óleo (GAZZOLA et al., 2012).

O cultivo do girassol no Brasil iniciou no século XIX, na região Sul, provavelmente trazida por colonizadores europeus que consumiam as sementes torradas e fabricavam uma espécie de chá matinal (PELEGRINI, 1985). Conforme aponta Evangelista et al. (2001), o girassol é caracterizado por ser uma cultura que apresenta resistência à variadas condições edafoclimáticas, maior resistência ao frio e ao calor, além de destacar como uma opção nos sistemas de rotação e sucessão de culturas, sendo que a oleaginosa está classificada entre as maiores culturas do mundo.

No Brasil, o cultivo de girassol tem aumentado nos últimos anos, principalmente em cultivo de safrinha, visando atender à produção de biodiesel e o mercado de óleo comestível, exigindo por parte dos produtores de grãos, uma colheita que garanta a qualidade fisiológica, sanitária e genética para produção de grãos (Amorim et al., 2017).

O principal produto do girassol é o óleo. Normalmente, os cultivares brasileiros apresentam teor de óleo variando de 35% a 45%. Esse óleo pode ser utilizado para diversos fins, como alimento, combustível, tintas, sabões e fármacos na indústria bioquímica (Pimentel; Borém, 2018).

Segundo a resolução nº 270, de 22 de setembro de 2005 da ANVISA, óleos vegetais e gorduras vegetais são os produtos constituídos principalmente de glicerídeos de ácidos graxos de espécie vegetal(is). Podem conter pequenas quantidades de outros lipídeos como fosfolipídeos, constituintes insaponificáveis e ácidos graxos livres naturalmente presentes no óleo ou na gordura.

A qualidade de um óleo vegetal é determinada por suas características físico-químicas e pela composição em ácidos graxos, de forma que, dependendo da sua composição, o óleo poderá ser utilizado de diferentes maneiras pela indústria (CORREIA et al., 2014).

Segundo a resolução nº 482, de 23 de setembro de 1999 da ANVISA o óleo de girassol é classificado como: REFINADO, quando o óleo é obtido pelos processos de extração e refino; SEMI-REFINADO, quando o óleo é obtido pelos processos de extração e neutralização; BRUTO, quando o óleo é obtido pelo processo de extração; VIRGEM,

quando o óleo é obtido por processo de prensagem a frio e não tenha sido submetido a outro tratamento que não a lavagem, decantação, centrifugação e filtragem. Para consumo humano devem os tipos SEMI-REFINADO e BRUTO ser submetidos ao processo de refino para consumo humano.

Segundo a resolução nº 482, de 23 de setembro de 1999 da ANVISA, o óleo de girassol é definido como óleo comestível obtido de semente de girassol através de processos tecnológicos adequados. Ferrari (2009) destaca que o girassol apresenta ótimas características físico-químicas devido a presença e quantidade de ácidos graxos dos óleos e gorduras, principalmente os ácidos oléico (C18:1), linoléico (C18:2) e linolênico (C18:3).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar a potencialidade do óleo de girassol (*Helianthus annuus L.*) em dois ciclos de cultivo.

## **METODOLOGIA**

O experimento foi desenvolvido em uma área de 6.800 m<sup>2</sup>, pertencente ao Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, no *campus* de Nova Andradina, localizado na Fazenda Santa Bárbara, a qual está situada na rodovia MS 473, a 23 km da cidade, situada a 20°04'47,98" S e a 53°57'16,46" W. O clima da região é classificado, segundo Köppen, como tropical subtropical úmido e mesotérmico, com índices pluviométricos superiores a 1100 mm anuais, possuindo altitude média de 357 m. O solo da área é caracterizado como sendo de textura arenosa conforme Santos et al. (2018), composto por 87,44% de areia, 1,26% de silte e 11,3% de argila.

As análises foram retiradas a partir dos ciclos de cultivo de girassol nos anos de 2020 e 2021, a fim de obter as propriedades de grãos de girassol, a cultivar escolhida foi a BRS 323, por apresentar adaptabilidade à região, alto teor de óleo nos aquênios e tolerância à seca, ao frio e ao calor.

Os tratos culturais adotados levaram em consideração os monitoramentos semanais da cultura observando a incidência das mesmas, o manejo fitossanitário foi realizado seguindo as recomendações técnicas para a cultura.



Figura 1. Implantação e desenvolvimento do girassol.

Fonte: própria (2021)

Após 3 meses da data de plantio deu-se início ao processo de colheita dos girassóis para posterior secagem dos aquênios. Onde foram destinados ao Laboratório de Georreferenciamento e Agricultura de Precisão (LAGAP), para verificação, debulha, e secagem de suas sementes. Foram enviados ao laboratório para extração e obtenção dos dados para análise.



Figura 2. Verificação e debulha do girassol.

Fonte: própria (2021)

A extração do óleo de girassol por solventes pelo método Soxhlet, foi efetuada em forma de triplicata, em um extrator de óleos e gorduras, utilizando como solvente extrator o hexano. Antes da extração, as sementes de girassol foram trituradas em um processador doméstico e caracterizadas quanto ao diâmetro médio das partículas através do método de peneiramento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 01 é apresentado os dados de caracterização físico-química do óleo de girassol (*Helianthus annuus L.*) produzidos no cerrado sul-mato-grossense. De acordo com essas informações e os dados analisados na tabela 1, as médias dos ciclos de girassol estudados o classifica como óleo bruto, e apresenta o índices de acidez de 0,62 mg KOH/g e 0,72 mg KOH/g, nos anos de 2020 e 2021.

Pighinelli et al. (2009), aponta que o iodo está presente em todos os óleos, havendo uma relação entre o iodo e as insaturações encontradas nas oleaginosa, quanto maior for sua quantidade, maior será o grau de instauração do óleo, mesmo dentro da mesma espécie como o caso do girassol essa quantidade irá variar de acordo com a variedade, clima, e fotoperíodo.

	Média 2020	Média 2021
% U semente	0,46	0,56
rendimento óleo	18,3	16,75
acidez (mgKOH/g)	0,62	0,72
iodo g I2/100g	133,2	132,3
ME (kg/m)	923,9	928

Tabela 01: Caracterização Físico-química do óleo de girassol (*Helianthus annuus L.*) produzidos no cerrado Sul-Matogrossense.

Fonte: própria (2021).

Os resultados da análise cromatográfica do óleo de girassol, identificando os principais ácidos graxos presentes e suas porcentagens, são apresentados na Tabela 2. De acordo com Correia et al., (2014) a porcentagem de ácido linoléico e oleico é cerca de 90% da composição total do óleo, isto foi confirmado após ocorrer a soma dos dois ácidos de ambos os ciclos de cultivo, sendo o valor total de aproximadamente de 80% do total dos ácidos graxos presentes no óleo de girassol.

Pode-se observar que juntando os ácidos oleico e linoleico totaliza quase que 80% da composição total do óleo, Correia et al., (2014) em seus estudos encontraram uma porcentagem de 94,37% juntando os mesmos dois ácidos, concluindo assim que ambos

os trabalhos apresentaram que esses dois ácidos compunham a maior parte do óleo e é responsável por torná-lo um composto mais insaturado. Ainda segundo Brasil (2006), essas porcentagens estão enquadradas como sendo médio conteúdo de ácido oléico, pela tabela de classificação de óleos vegetais. Porém, o rendimento de óleo observado, não apresentou valores parecidos com as características disponibilizadas pela Embrapa para o cultivar estudado, necessitando de mais avaliações, para análise dessa propriedade CARVALHO et al. (2013).

	Média	Resultado em % 2020	Resultado em % 2021
C16:0	Palmitico	7,3	7,3
C18:1n9c	Oleico	28,1	29,3
C18:2n6c	Linoleico	50,4	51,3
C18:3n3	Linolênico	2,8	2,3
C22:0	Behênico	1,9	1,6
	Outros	9,5	8,2

Tabela 02: Composição do óleo de girassol (*Helianthus annuus L.*) produzidos no cerrado Sul Matogrossense.

Fonte: própria (2021).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das médias dos dados retirados do óleo de girassol dos dois ciclos de cultivo apresentam características aproximadas. Os dois ciclos de cultivo apresentaram porcentagens próximas quanto aos ácidos graxos presentes. Cabe ressaltar que o girassol ciclo 2021, durante seu desenvolvimento (germinação, emergência, crescimento e enchimento de aquênios) passou pela deficiência em precipitação por um extenso período de tempo.

## REFERÊNCIAS

AMORIM, Marcelo Queiroz et al. Qualidade fisiológica de sementes de girassol em função do teor de água e do sistema de trilha. **GI. SciTechnol**, Rio Verde, v.10, n.03, p.95-105, set/dez. 2017.

**ANVISA**. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da diretoria colegiada- RDC Nº 482, de 23 de setembro de 1999.

**ANVISA**. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da diretoria colegiada- RDC Nº 270, de 22 de setembro de 2005.

BRASIL. Instrução Normativa n. 49 de 22 de dezembro de 2006. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Óleos Vegetais Refinados**. Brasília.

CORREIA, Iara Michelle Silva et al. Avaliação das potencialidades e características físico-químicas do óleo de Girassol (*Helianthus annuus* L.) e Coco (*Cocos nucifera* L.) produzidos no Nordeste brasileiro. **Scientia plena**, v. 10, n. 3, 2014.

DE CARVALHO, C. G. P. et al. Cultivar de girassol BRS 324: variedade com alto teor de óleo e precocidade. **Embrapa Soja-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E)**, 2013.

EVANGELISTA, Antônio Ricardo; DE LIMA, Josiane Aparecida. UTILIZAÇÃO DE SILAGEM DE GIRASSOL NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL. **Anais do Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas: Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas**, Maringá, p. 177-217, 2001.

FERRARI, R. A.; SOUZA, W. L. Avaliação da estabilidade oxidativa de biodiesel de óleo de girassol com antioxidantes. **Revista Química Nova**, v. 32, n. 01, p. 106-111, 2009.

GAZZOLA, Adriano *et al.* A CULTURA DO GIRASSOL. **Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**: Departamento de Produção Vegetal, Piracicaba, 2012.

PELEGRINI, B. **Girassol**: uma planta solar que das américas conquistou o Mundo. São Paulo: Ícone, 1985.

PIMENTEL, Leonardo; BORÉM, Aluizio. **Girassol**: do plantio à colheita. Viçosa: UFV, 2018. 240 p.

PIGHINELLI, Anna LMT et al. Otimização da prensagem de grãos de girassol e sua caracterização. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 63-67, 2009.

ROSSI, R. O. **Girassol**. Curitiba: Tecnoagro. 1998. 333p.

# AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM DE PRODUTOS LÁCTEOS DE DIFERENTES MARCAS NACIONAIS FRENTE À NOVA LEGISLAÇÃO

*Data de aceite: 01/08/2023*

### **Juliana Maria Alves Caldas**

Universidade Estadual do Maranhão  
São Luís – Maranhão  
<https://orcid.org/0009-0003-5104-3609>

### **Letícia de Melo da Silva**

Universidade Estadual do Maranhão  
São Luís – Maranhão  
<https://orcid.org/0000-0002-8753-7251>

### **Monalisa de Sousa Moura Souto**

Universidade Estadual do Maranhão  
São Luís – Maranhão  
<http://orcid.org/0000-0003-1097-3431>

### **Nathana Rodrigues Lima**

Universidade Estadual do Maranhão  
São Luís – Maranhão  
<http://orcid.org/0009-0000-9375-7130>

### **Rafaely de Almeida Brito**

Universidade Estadual do Maranhão  
São Luís – Maranhão  
<https://orcid.org/0000-0001-5059-7843>

### **Viviane Correa Silva Coimbra**

Universidade Estadual do Maranhão  
São Luís – Maranhão  
<https://orcid.org/0000-0001-7611-6673>

### **Ana Cristina Ribeiro**

Universidade Estadual do Maranhão  
São Luís – Maranhão  
<https://orcid.org/0000-0002-5863-8299>

### **Amanda Mara Teles**

Universidade Estadual do Maranhão  
São Luís – Maranhão  
<https://orcid.org/0000-0002-5068-4696>

**RESUMO:** A rotulagem nutricional dos alimentos embalados na ausência do cliente é obrigatória por lei e, essencial como elo de comunicação entre o produto industrializado e o consumidor, permitindo a aquisição de produtos conforme suas necessidades e condições de saúde. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a rotulagem de produtos lácteos comercializados na cidade de São Luís de acordo com a RDC nº 429 e IN nº 75, ambas publicadas no ano de 2020. Foram avaliadas 05 marcas de requeijão cremoso e 05 marcas de iogurte, comercializados em supermercados, sendo os resultados tabulados em software Microsoft Excel. Dos 10 produtos analisados todos os rótulos apresentaram algum tipo de não conformidade, entretanto para as marcas de iogurte foi observado mais itens inconformes quando comparados às marcas de requeijão. Na comparação individual de cada item, a categoria serviço de atendimento ao consumidor foi a única

que obteve 100% de conformidade para ambos produtos. Portanto, faz-se necessário o controle mais rígido por parte dos órgãos competentes e o comprometimento da indústria alimentícia em oferecer veracidade em relação às informações declaradas, com a finalidade de resguardar a saúde do consumidor, bem como ações educativas sobre rotulagem, e realização de mais estudos com o intuito de contribuir para a padronização dos rótulos de produtos lácteos em consonância com a legislação vigente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Rótulo. Iogurte. Requeijão cremoso. Saúde. Consumidor.

## EVALUATION OF THE LABELING OF DAIRY PRODUCTS OF DIFFERENTS NATIONAL BRANDS AGAINST TO NEW LEGISLATION

**ABSTRACT:** The nutritional labeling of packaged foods in the absence of the customer is mandatory by law and essential as a communication link between the industrialized product and the consumer, allowing the purchase of products according to their needs and health conditions. Thus, the objective of this work was to evaluate the labeling of dairy products marketed in the city of São Luís according to RDC nº 429 and IN nº 75, both published in the year 2020. 05 brands of cream cheese and 05 brands of yogurt were evaluated, sold in supermarkets, and the results were tabulated in Microsoft Excel software. Of the 10 products analyzed, all labels showed some type of non-compliance, however, for yogurt brands, more non-compliant items were observed when compared to curd brands. In the individual comparison of each item, the customer service category was the only one that obtained 100% compliance for both products. Therefore, it is necessary to have stricter control on the part of the competent bodies and the commitment of the food industry to provide veracity in relation to the declared information, with the purpose of safeguarding the health of the consumer, as well as educational actions on labeling, and carrying out of more studies with the aim of contributing to the standardization of dairy product labels in line with current legislation.

**KEYWORDS:** Label. Yogurt. Cream cheese. Health. Consumer.

## 1 | INTRODUÇÃO

Ao longo da história, observa-se modificações dos hábitos alimentares da população, evidenciadas pelo consumo de alimentos ricos em gorduras totais, carboidratos refinados, colesterol e baixo teor de fibras (CASEMIRO, COLAUTO, LINDE, 2006). Estas mudanças associadas ao sedentarismo, tabagismo, uso excessivo de bebidas alcoólicas, tem elevado a incidência de doenças cardiovasculares, obesidade e dentre outras patologias (GIMENO *et al.*, 2011; LENZ *et al.*, 2009).

Segundo Souza *et al.* (2011), o consumo alimentar é um determinante da saúde, cujo caráter positivo ou negativo depende de informações adequadas, sendo de fundamental importância intervenções de educação nutricional que auxiliem a população na escolha de alimentos mais saudáveis. Assim, como forma de garantia da segurança de alimentos, o rótulo tem por finalidade orientar o consumidor sobre a composição dos alimentos, promovendo a seleção de uma dieta balanceada (CASSEMIRO, COLAUTO, LINDE, 2006).

A rotulagem de alimentos no Brasil começou a ser implantada em meados da década de 1960, entrando em vigor no final da década de 90, após a criação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que é o órgão de regulamentação e fiscalização, entre outros como o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro).

A rotulagem é definida como toda descrição estampada na embalagem com o fim de fornecer informações regulamentadas por órgãos oficiais que irão contribuir para uma escolha mais adequada do consumidor, levando em conta a forma de preparo, suas condições de processamento e armazenamento e principalmente as suas características nutricionais (CAVADA *et al.*, 2012; GOMES, 2014; SOARES *et al.*, 2016).

A ANVISA é o órgão que estabelece quais informações devem constar nos rótulos dos alimentos, com o objetivo de garantir a qualidade do produto e a saúde da população. Informações sobre conservantes, lactose, glúten e diversas substâncias que compõem ou são empregados na fabricação de alimentos industrializados são essenciais para pessoas com algum tipo de alergia ou intolerância a ingredientes ou doenças crônicas como obesidade, hipertensão e diabetes (BRASIL, 2019).

Os produtos lácteos são normalmente mais consumidos por faixas etárias específicas da população sendo elas, crianças e idosos, principalmente devido a facilidade de ingestão e presença de nutrientes importantes como o cálcio.

Dentre os produtos lácteos, o iogurte é o resultado da coagulação do leite por meio da ação dos microrganismos *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, que são espécies de bactérias benignas e atuam transformando a lactose em ácido láctico, por meio de diversas reações bioquímicas (CRUZ *et al.*, 2015). A atuação desses microrganismos vai além da aplicabilidade no processo tecnológico, uma vez que, na forma do produto acabado irão contribuir para a saúde e qualidade de vida dos consumidores, pois auxiliam no cuidado e na estabilidade da microbiota intestinal, contribuem para os processos relacionados à digestão e na cura de diversos problemas intestinais (CANDEIAS, 2008).

O requeijão é um queijo fundido derivado do leite, produzido no Brasil. Ele apresenta certa similaridade com os queijos processados, contendo em média 60% da gordura. Além disso, é um produto rico em vitamina A, ferro, potássio e cálcio. Sendo esse último componente, de extrema importância na composição dos ossos e dentes, na coagulação do sangue, na regulação da pressão arterial além de contribuir na prevenção da hipertensão (PASSOS *et al.*, 2017).

Segundo a RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020, a rotulagem nutricional é definida como toda declaração destinada a informar ao consumidor as propriedades nutricionais do alimento, compreendendo a tabela de informação nutricional, a rotulagem nutricional frontal e as alegações nutricionais. A resolução se aplica aos alimentos embalados na ausência dos consumidores, incluindo as bebidas, os ingredientes, os aditivos alimentares

e os coadjuvantes de tecnologia, inclusive aqueles destinados exclusivamente ao processamento industrial ou aos serviços de alimentação (BRASIL, 2020).

Compreendendo a importância da rotulagem nutricional, objetivou-se nesse estudo, avaliar as conformidades e não conformidades existentes nos rótulos de iogurtes e requeijões industrializados de marcas comerciais distintas.

## 2 | METODOLOGIA

Foi realizado um estudo observacional transversal, no qual foram avaliados produtos lácteos: requeijão cremoso e iogurte de diferentes marcas nacionais comercializadas em supermercados da cidade de São Luís, Maranhão. A análise foi feita na verificação da “conformidade” ou “não conformidade” apresentada na rotulagem dos produtos com relação aos requisitos nutricionais, seguindo as exigências dispostas nas legislações vigentes, sendo a RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020, que dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados, e a Instrução Normativa nº 75, de 8 de outubro de 2020, que trata dos requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional para os alimentos embalados.

Os critérios de avaliação foram os dispostos nas legislações supracitadas, sendo observados os seguintes itens: Serviço de Atendimento ao Consumidor (SAC), medida caseira (referente a porção), porção, informação nutricional, declaração de lactose, declaração contém lactose, declaração de alergênicos condiz com a lista de ingredientes, declaração de alergênicos, declaração de glúten condiz com a lista de ingredientes, expressão contém glúten ou não contém glúten, registro no órgão responsável, carimbo de sistemas de inspeção federal (SIF), prazo de validade de acordo com a legislação, há prazo de validade, identificação do lote, expressão (Indústria Brasileira), razão social do fabricante, país de origem, município e CNPJ e lista de ingredientes.

Foram adquiridas 5 marcas de iogurte e 5 marcas de requeijão adquiridos das prateleiras dos supermercados e avaliados conforme sua rotulagem. Os dados foram tabulados e analisados em Microsoft Office Excel® 2013.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os itens conformes e não conformes avaliados nos rótulos das amostras de requeijão e iogurte podem ser observados conforme a fig. 1 e 2, respectivamente.

Foi possível observar que 100% dos rótulos de requeijão apresentaram conformidades no quesito “Serviço de Atendimento ao Consumidor (SAC)”. De acordo com Mello (2013), cerca de 70% dos consumidores buscam o SAC para obter informações e fazer reclamações sobre determinados produtos, incluindo os produtos lácteos. Supõe-se que, isso ocorra por falta de melhores esclarecimentos nas embalagens as quais, muitas vezes, fornecem informações que induzem o consumidor ao erro, sendo importante estarem

de acordo com o exigido na legislação. Além disso, há o fato de algumas informações apresentarem complexidade para certos grupos sociais, especialmente os de baixo grau de alfabetização (HASSAN, DIMASSI, 2017; PERSOSKIE, HENNESSY, NELSON, 2017).

Em contrapartida, 60% dos rótulos de requeijão avaliados apresentaram não conformidades em relação às informações nutricionais. Soares e Nunes (2021), ao avaliarem rótulos de diversas marcas em variados produtos lácteos, dentre eles requeijão e iogurte disponíveis para comercialização, observaram que 40% dos rótulos destes produtos apresentaram inconformidades em relação a tabela nutricional.

No presente trabalho 20% dos rótulos de requeijão não atenderam ao disposto na legislação em relação a medida caseira. A RDC 359/2003, que aprovou o Regulamento técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional, estabeleceu as porções específicas e medidas caseiras que devem ser utilizadas nos diferentes rótulos (BRASIL, 2003). A medida caseira é a forma de quantificação da porção do alimento, por meio de utensílios, unidades ou outras formas comumente usadas pelo consumidor para mensurar os alimentos.

As porções podem variar de acordo com o produto. Todavia, a RDC 429/2020, que entrou em vigor no ano de 2022, estabelece uma padronização nessas porções, onde a declaração das quantidades na tabela de informação nutricional deve ser realizada com base no produto tal como exposto à venda por 100g para sólidos ou semissólidos ou 100mL para líquidos (BRASIL, 2020).

Os itens: declaração de alergênicos, declaração de lactose segundo a legislação, declaração contém lactose, obtiveram a mesma porcentagem (20%) de rótulos em não conformidade. A ausência da declaração de alérgenos nos rótulos de alimentos industrializados configura-se um risco a segurança de alimentos, uma vez que a única forma de prevenir as complicações desencadeadas pela reação alérgica é restringindo o consumo do alimento (TONKIN *et al.*, 2016; SANTANA, 2018).



Figura 1. Conformidades e não conformidades dos itens avaliados em cinco rótulos de requeijão comercializados de diferentes marcas nacionais

Fonte: Autores (2022)

Em relação aos cinco rótulos dos iogurtes avaliados, os itens serviço de atendimento ao consumidor (SAC), registro no órgão responsável, prazo de validade e lote, identificação da razão social do fabricante, país de origem, município e CNPJ estiveram em conformidade com a legislação supracitada. O prazo de validade é uma das informações mais fáceis de serem compreendidas, além disso, tal informação evita desperdícios e riscos uma vez que indica até quando determinado alimento pode ser consumido sem provocar danos à saúde dos consumidores (NASCIMENTO *et al.*, 2013).

Os itens porção, informação nutricional, declaração de alergênicos, expressão "Indústria Brasileira", apresentaram 20% dos rótulos em não conformidade dos iogurtes avaliados. Itens como declaração de lactose de acordo com a legislação, declaração contém lactose, declaração de alergênicos condizente com a lista de ingredientes, carimbo no Serviço de Inspeção Federal (SIF) e lista de ingredientes obtiveram 75% dos rótulos avaliados em conformidade. Trabalho realizado por Stangarlin-Fiori *et al.* (2020), no qual realizaram uma análise crítica da rotulagem de alimentos industrializados constatou que 96% do total de sete iogurtes analisados estavam conformes quanto a declaração de lactose.

O item modo de conservação foi o que apresentou a maior porcentagem de rótulos de iogurtes em não conformidade (40%). Esta informação é obrigatória para produtos de origem animal que podem sofrer algum tipo de alteração depois de sua embalagem ser aberta.

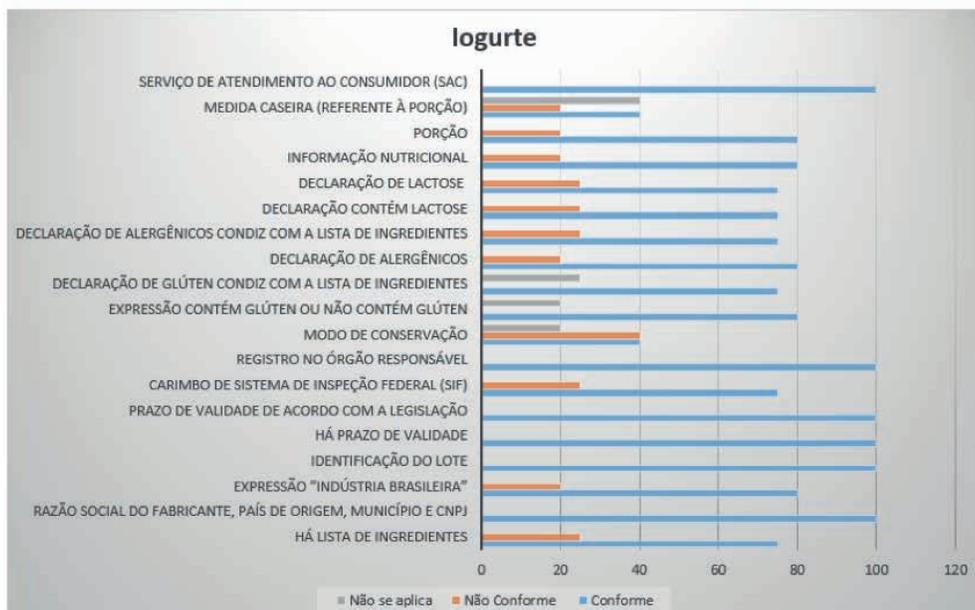


Figura 2. Conformidades e não conformidades dos itens avaliados em cinco rótulos de iogurte comercializados de diferentes marcas nacionais

Fonte: Autores (2022).

Dentre as não conformidades observadas nas informações nutricionais dos rótulos, podemos citar a formatação da tabela de informação nutricional, não apresentando letra na cor preta com o fundo branco.

Muitas pessoas não utilizam as informações nutricionais como parâmetro para escolha dos produtos lácteos. Sabe-se que a não utilização das informações nutricionais dos rótulos pode ser justificada pela falta de interesse do consumidor, pelo tempo gasto na leitura e pela não compreensão das informações apresentadas. Essa situação pode ser agravada pela presença de informações que não são claras, textos ilegíveis e pela linguagem técnica. A rotulagem é o principal meio de comunicação entre o consumidor e produto, e sendo assim precisa ser pensada de forma a facilitar essa comunicação, favorecendo a compreensão e a sua utilização como um instrumento para escolhas alimentares (SOUSA *et al.*, 2020).

A exterioridade é o recurso mais notório da perceptibilidade do produto e apesar dos rótulos objetivarem a propagação de informações essenciais para a descrição do que está se promovendo, quando se depara com grande parte dos produtos alimentícios, observa-se que o marketing vem investindo fortemente nos produtos com o intuito de chamar atenção dos consumidores e deslumbrar com cores bonitas, padrões e expressões de persuasão (SILVA, 2019; DE OLIVEIRA; BOCCHINI, 2015).

Outras inconformidades foram em relação a falta de exposição na tabela da

quantidade por porção de constituintes, como no caso do iogurte, a ausência da descrição da quantidade de açúcares totais e adicionados.

No Brasil, modificações na rotulagem nutricional estavam em discussão desde 2018 pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária e em outubro de 2020 foram aprovadas as novas legislações para rotulagem de alimentos embalados, a Instrução Normativa nº 75/2020 e a Resolução RDC nº 429/2020, com a adoção da rotulagem nutricional frontal em design de lupa para indicar o alto teor de três nutrientes: açúcar, gordura saturada e sódio (BRASIL, 2020).

É importante destacar que todos para produtos lácteos que estão sendo ofertados ao consumidor fica estabelecido o prazo de 12 (doze) meses para adequação das embalagens na data de entrada em vigor da Resolução, ao passo que os produtos destinados exclusivamente ao processamento industrial e aos serviços de alimentação, deverão estar adequados a partir da data de entrada em vigor da legislação.

## CONCLUSÃO

Todos os rótulos avaliados apresentaram algum tipo de não conformidade em relação a legislação vigente, sendo que os rótulos de iogurte obtiveram maior porcentagem de itens inconformes quando comparado ao requeijão. Faz-se necessário o controle mais rígido por parte dos órgãos competentes e o comprometimento da indústria alimentícia em oferecer veracidade em relação a informações declaradas, com a finalidade de resguardar a saúde do consumidor. Com base nos resultados obtidos, recomenda-se ações educativas visando o entendimento dos consumidores em relação às informações que compõem a rotulagem dos produtos e de suas escolhas alimentares, além de mais estudos com o intuito de avaliar a conformidade destes derivados lácteos após o prazo de validade previsto na resolução em questão.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 429, de 08 de outubro de 2020**. Dispõe sobre rotulagem nutricional de produtos embalados. Brasília, 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Rotulagem de alimentos**. 05 de maio, 2019. Brasília, 2019. Disponível em: [http://antigo.anvisa.gov.br/en\\_US/rotulagem-de-alimentos](http://antigo.anvisa.gov.br/en_US/rotulagem-de-alimentos). Acesso em: 26 de out de 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. ANVISA. **Rotulagem de alimentos**. 23 de dezembro, 2003. Brasília, 2003. Disponível em: [https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/rdc0359\\_23\\_12\\_2003.html](https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/rdc0359_23_12_2003.html). Acesso em: 26 out de 2022.

CANDEIAS, Vanessa. **A importância do consumo de iogurtes na alimentação**. Piracicaba–SP: Jornal do Centro de Saúde, 2008. Disponível em: [www.milkpoint.com.br/noticias-e-mercado/giro-noticias/a-importancia-do-consumo-de-iogurtes-na-alimentacao-44908n.aspx](http://www.milkpoint.com.br/noticias-e-mercado/giro-noticias/a-importancia-do-consumo-de-iogurtes-na-alimentacao-44908n.aspx) Acesso em: 12 de nov de 2022.

CASSEMIRO, Ingrid Aparecida; COLAUTO, Nelson Barros; LINDE, Giani Andrea. **Rotulagem nutricional: quem lê e por quê**. Arq Ciênc Saúde Unipar, v. 10, n. 1, p. 9-16, 2006.

CAVADA, Giovanna da Silva *et al.* **Rotulagem nutricional: você sabe o que está comendo?**. Brazilian Journal of Food Technology, v. 15, p. 84-88, 2012.

CRUZ, Richtier Gonçalves *et al.* **Desenvolvimento e avaliação sensorial de iogurte adicionado de “caviar” de cenoura por crianças**. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v. 70, n. 3, p. 132-140, 2015.

DE OLIVEIRA, Livio Lima; BOCCHINI, Maria Otilia. **Legibilidade visual para informação nutricional em rótulos de alimentos**. Blucher Design Proceedings, v. 2, n. 2, p. 1-10, 2015.

GIMENO, Suely Godoy Agostinho *et al.* **Padrões de consumo de alimentos e fatores associados em adultos de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil: Projeto OBEDIARP**. Cadernos de Saúde Pública, v. 27, p. 533-545, 2011.

GOMES, Ariane de Oliveira. **DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO LÁCTEO A BASE DE LEITE EM PÓ ACRESCIDO DE LINHAÇA PARA PROMOÇÃO DA SAÚDE DE MILITARES**. Dissertação - Universidade Federal de Juiz de fora Pós-Graduação Em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados- Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados. Juiz de Fora, 2014.

HASSAN, Hussein F.; DIMASSI, Hani. **Usage and understanding of food labels among Lebanese shoppers**. International journal of consumer studies, v. 41, n. 5, p. 570-575, 2017.

LENZ, Adriana *et al.* **Socioeconomic, demographic and lifestyle factors associated with dietary patterns of women living in Southern Brazil**. Cadernos de saude publica, v. 25, p. 1297-1306, 2009.

MELLO, Christiana Lucena de. **Como funciona o Serviço de Atendimento ao Cliente: estudo de caso de setores de alimentos e de bebidas**. Trabalho de Iniciação Científica. EAESP/ FGV. Disponível em: <https://pesquisa-eaesp.fgv.br/publicacoes/pibic/como-funciona-o-servico-de-atendimento-ao-cliente-estudo-de-casos-dos-setores-de>. Acesso em: 12 de nov de 2022.

NASCIMENTO, Claudiane *et al.* **Conhecimento de consumidores idosos sobre rotulagem de alimentos**. Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção, v. 3, n. 4, p. 144-147, 2013.

PASSOS, Flávia Regina *et al.* **Avaliação sensorial de requeijão cremoso de diferentes marcas comerciais**. The Journal of Engineering and Exact Sciences, v. 3, n. 6, 2017.

PERSOSKIE, Alexander; HENNESSY, Erin; NELSON, Wendy L. **Peer reviewed: US consumers' understanding of nutrition labels in 2013: the importance of health literacy**. Preventing chronic disease, v. 14, 2017.

SANTANA, Fabiani Cristina de Oliveira. **Rotulagem para alergênicos: uma avaliação dos rótulos de chocolates frente à nova legislação brasileira**. Brazilian Journal of Food Technology, v. 21, 2018.

SILVA, Sarah Raquel Santos da. **INTERPRETAÇÃO DE RÓTULOS DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS DE RESTRIÇÃO ALIMENTAR**: a aprendizagem de ciências pelo viés da alfabetização científica. 2019.

SOARES, Denise Josino; LUÍS Gomes de Moura Neto; LARISSA Morais Ribeiro da Silva. **Análise do comportamento dos consumidores com relação à compreensão e entendimento das informações dos rótulos de alimentos**. Revista AGROTEC, v. 37, n. 1, p. 105-111, 2016.

SOARES, Natália Reis; NUNES, Tatiana Pacheco. **Avaliação da conformidade dos rótulos de produtos lácteos frente a legislação vigente e a percepção do consumidor sobre rotulagem**. Research, Society and Development, v. 10, n. 3, p. e24110313223-e24110313223, 2021.

SOUSA, Lisane Moreno Lorena de *et al.* **Use of nutritional food labels and consumers' confidence in label information**. Revista de Nutrição, v. 33, 2020.

SOUZA, Sônia Maria Fernandes da Costa *et al.* **Utilização da informação nutricional de rótulos por consumidores de Natal, Brasil**. Revista Panamericana de Salud Pública, v. 29, p. 337-343, 2011.

STANGARLIN-FIORI, Lize *et al.* **Análise crítica da rotulagem de alimentos comercializados**. Research, Society and Development, v. 9, n. 8, p. e306984926-e306984926, 2020.

TONKIN, Emma *et al.* **Managing uncertainty about food risks—Consumer use of food labelling**. Appetite, v. 107, p. 242-252, 2016.

# ASPECTOS DEMOGRÁFICOS DA PECUÁRIA NO MARANHÃO, BRASIL

*Data de submissão: 08/06/2023*

*Data de aceite: 01/08/2023*

**Tania Maria Duarte Silva**

Universidade Estadual do Maranhão  
São Luís - Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/2808334814052381>

**Adriana Prazeres Paixão**

Universidade Estadual do Maranhão  
São Luís - Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/9251050234689040>

**Herlane de Olinda Vieira Barros**

Universidade Estadual do Maranhão  
São Luís - Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/8281333471408426>

**Lauro de Queiroz Saraiva**

Universidade Estadual do Maranhão  
São Luís - Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/5974458851204039>

**Carla Janaina Rebouças Marques do  
Rosário**

Universidade Estadual do Maranhão  
São Luís - Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/8929786232927576>

**Danilo Cutrim Bezerra**

Universidade Estadual do Maranhão  
São Luís - Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/5619846020646340>

**Nancyleni Pinto Chaves Bezerra**

Universidade Estadual do Maranhão  
São Luís - Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/7603276259449956>

**Viviane Correa Silva Coimbra**

Universidade Estadual do Maranhão  
São Luís - Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/5735297692590207>

**RESUMO:** O presente estudo teve como objetivo descrever os aspectos demográficos da pecuária maranhense no ano de 2020, com destaque para o efetivo de rebanho e para o índice demográfico das principais espécies de produção. O estudo descritivo quantitativo foi realizado por meio do levantamento de dados secundários junto à Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Maranhão (AGED/MA), para identificar o efetivo de rebanho das espécies bovina, bubalina, caprina, ovina, suína e de aves. Os dados referentes a área de estado e suas regiões foram obtidos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. O cálculo do índice demográfico considerou o efetivo de cada espécie dividido pela respectiva área ocupada. Para melhor compreensão espacial a área do

estado foi subdividida em 18 unidades regionais possibilitando inferir o grau de importância de cada espécie para as regiões supracitadas. Os resultados encontrados indicaram que o rebanho avícola liderou o ranking (61,99 cab/km<sup>2</sup>), seguido pelo rebanho bovino (27,72 cab/km<sup>2</sup>), suíno (4,57 cab/km<sup>2</sup>), caprino (1,57 cab/km<sup>2</sup>), ovino (1,35 cab/km<sup>2</sup>) e bubalino (0,29 cab/km<sup>2</sup>). Concluiu-se que a espécie bovina está amplamente difundida no estado do Maranhão com maior densidade nas regiões Central e Leste. Mesmo o estado apresentando uma área territorial extensa, o que favorece o crescimento da exploração de suínos, caprinos e ovinos, essas espécies ainda possuem um pequeno efetivo de rebanho no Maranhão, com baixa densidade em relação às outras espécies. Destaca-se a necessidade da adoção de medidas de estímulo às pequenas criações na área estudada, com o devido acompanhamento de outros indicadores que possam gerar informações úteis ao planejamento e elaboração de políticas públicas voltadas aos produtores destas espécies.

**PALAVRAS-CHAVE:** Índice demográfico; Perfil da pecuária; Maranhão.

## DEMOGRAPHIC ASPECTS OF LIVESTOCK FARMING IN MARANHÃO, BRAZIL

**ABSTRACT:** The present study aimed to describe the demographic aspects of Maranhão's livestock in the year 2020, with emphasis on the effective herd and the demographic index of the main production species. The quantitative descriptive study was carried out through a survey of secondary data from the *Maranhão State Agency of Agricultural Defense*, to identify the effective herd of bovine, bubaline, goat, sheep, pig and poultry species. The data regarding the state area and its regions were obtained from the Brazilian Institute of Geography and Statistics. The calculation of the demographic index considered the number of each species divided by the respective occupied area. For better spatial understanding the state area was subdivided into 18 regional units making it possible to infer the degree of importance of each species for the aforementioned regions. The results found indicated that the poultry herd led the ranking (61.99 cab/km<sup>2</sup>), followed by cattle (27.72 cab/km<sup>2</sup>), pigs (4.57 cab/km<sup>2</sup>), goats (1.57 cab/km<sup>2</sup>), sheep (1.35 cab/km<sup>2</sup>) and buffalo (0.29 cab/km<sup>2</sup>). It was concluded that the bovine species is widely spread in the state of Maranhão with higher density in the Central and Eastern regions. Even though the state has an extensive territorial area, which favors the growth of pig, goat and sheep exploration, these species still have a small effective herd in Maranhão, with low density in relation to other species. It is noteworthy the need to adopt measures to stimulate small creations in the studied area, with the proper monitoring of other indicators that can generate useful information for planning and development of public policies aimed at producers of these species.

**KEYWORDS:** Demographic index; Livestock profile; Maranhão.

## 1 | INTRODUÇÃO

A atividade agropecuária tem assumido importante participação econômica, tornando-se relevante para a geração de riqueza e crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil. No ano de 2020, mesmo com a pandemia da COVID-19, a pecuária brasileira se destacou no ranking internacional. A espécie bovina, com um rebanho de 217 milhões de

cabeças, foi a maior do mundo (14,3%), seguido pelo rebanho suíno, ocupando o 3º lugar, com 41 milhões de cabeças (4,4% do rebanho mundial) (ARAGÃO & CONTINI, 2020).

Nos últimos anos, houve um aumento no rebanho bovino brasileiro, sendo que em 2020 esse aumento foi de 1,5%, perfazendo um total de 218,2 milhões de cabeças, destes 5,4 milhões pertenciam ao estado do Maranhão (IBGE, 2020a). O território maranhense possui o 12º maior rebanho bovino do país e o segundo maior do Nordeste. Conforme os dados da Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Maranhão (AGED/MA), o estado apresenta um efetivo bovino de 9,2 milhões de cabeças (AGED, 2020).

De acordo com o Sistema Estadual de Produção e Abastecimento do Estado do Maranhão (SEPAB), a cadeia produtiva da carne é uma das dez entre as cadeias priorizadas pelo sistema devido ao seu grande potencial de expansão e de produção no Estado. Em decorrência disso, o Governo do Estado, em parceria com empresários e produtores vêm desenvolvendo uma série de trabalhos no sentido de mapear e propor políticas públicas focadas no fortalecimento e adensamento da cadeia produtiva de carne no Maranhão, com o objetivo de elevar a produtividade, industrializar a produção, bem como, valorizar e estimular a produção dos pequenos e médios produtores rurais (FUNDEPEC, 2018).

Segundo o Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC, 2019), o efetivo bovino do estado do Maranhão cresceu 2,8% em 2019, onde se consolidou como o segundo maior criador da região Nordeste, atrás somente do efetivo do estado da Bahia. Em relação ao rebanho caprino, o estado possui o sétimo maior rebanho do país, com a posição também do segundo maior efetivo da região Nordeste e, novamente fica atrás apenas da Bahia.

Conhecer a estrutura e a distribuição espacial da pecuária é relevante para a definição de políticas públicas de fomento, de infraestrutura, transporte, logística, localização e instalação de agroindústrias, bem como, para as políticas públicas de defesa agropecuária. O presente estudo teve como objetivo descrever aspectos demográficos da pecuária maranhense no ano de 2020, com destaque para o índice demográfico das principais espécies de produção.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Área de estudo

A área selecionada para o levantamento foi o estado do Maranhão, que está localizado a 05° 05' 12" latitude Sul e 42° 48' 42" a oeste do Meridiano de Greenwich, com temperatura em torno de 26°C e precipitação pluviométrica de 197 mm (CCTUEMA, 2023). Possui área territorial de 329.651,495 km², com 217 municípios, e uma população estimada em 7.114.598 habitantes (IBGE, 2020b) e tem relevante papel na produção agropecuária, com exploração de diferentes espécies, entre elas: bovinos, bubalinos, suínos e aves.

## 2.2 Levantamento de dados

Realizou-se um estudo do tipo descritivo, retrospectivo, quantitativo, por meio do levantamento de dados disponibilizados pela Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Maranhão (AGED/MA, 2020) e de dados obtidos no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020). Para o cálculo do índice demográfico (ID) por espécie considerou-se a relação entre o efetivo de rebanho das espécies de produção (bovinos, bubalinos, caprinos, ovinos, suínos e aves) e a área do estado e dos municípios, no período de janeiro a dezembro de 2020.

Para análise das informações obtidas no presente estudo utilizou-se a divisão administrativa adotada pelo serviço veterinário oficial (SVO) do estado do Maranhão, a AGED/MA, que divide o estado em 18 Unidades Regionais (UR's) com média de 12 municípios por regional (Figura 1).

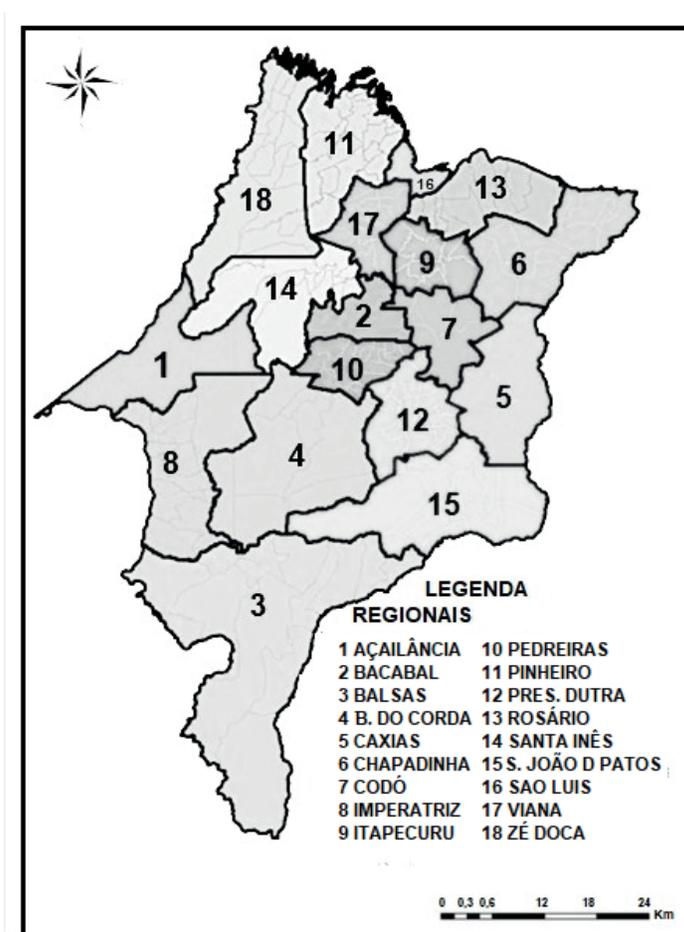


Figura 1. Mapa das Unidades Regionais da Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Maranhão/ AGED-MA.

Fonte: MARANHÃO, 2017.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os índices demográficos (ID) das espécies de produção exploradas no Maranhão no ano de 2020 estão relacionados na Tabela 1. Destaque para aves que teve um expressivo índice de densidade (62 cab/km<sup>2</sup>), o que pode ser justificado pela adoção de tecnologia na criação dessa espécie, pois desde 2015 o estado tem investido na avicultura local por meio do Programa Mais Avicultura (SEINC, 2015). O segundo ID mais expressivo foi o de bovinos, (27,72 cab/km<sup>2</sup>), confirmando a tradição do estado do Maranhão nesse tipo de criação, que possui extensa área territorial com condições favoráveis para exploração dessa espécie em sistema extensivo.

<b>Espécie</b>	<b>Efetivo</b>	<b>Índice demográfico cab/km<sup>2</sup></b>
Bovinos	9.147.290	27,72
Bubalinos	95.343	0,29
Suínos	1.030.544	3,13
Caprinos	361.179	1,10
Ovinos	296.058	0,90
Aves	20.435.886	62,00

Tabela 1. Índice Demográfico da Pecuária do Estado do Maranhão, Brasil, 2020.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Na tabela 2 pode-se observar que a população de bovinos se encontra amplamente distribuída pelo território maranhense, sendo as regiões com os maiores rebanhos, a regional de Imperatriz, Açailândia e Barra do Corda com um efetivo de 1.443.701, 1.152.179 e 1.004.771 de cabeças, respectivamente. Porém quando se avalia o ID observa-se uma maior densidade nas regiões das UR's de Bacabal, Pedreiras e Imperatriz, com ID de 67,87; 67,70 e 64,04 cab/km<sup>2</sup>, respectivamente.

Regional	Efetivo bovino (n° cabeças)	Índice demográfico (cab/km <sup>2</sup> )	Efetivo bubalino (n° cabeças)	Índice demográfico (cab/km <sup>2</sup> )
Açailândia	1.152.279	61,52	1.421	0,08
Balsas	776.203	13,35	18	0,00
Bacabal	701.714	67,87	239	0,02
Barra do Corda	1.004.771	31,28	569	0,02
Chapadinha	85.640	6,29	11	0,00
Caxias	189.018	10,89	1.942	0,11
Codó	288.995	28,53	3.681	0,34
Imperatriz	1.443.701	64,04	853	0,04
Itapecuru Mirim	160.221	14,49	6.023	0,54
Presidente Dutra	596.603	47,33	2.302	0,18
Pinheiro	145.960	8,52	7.879	0,46
Pedreiras	412.446	67,70	77	0,01
Rosário	45.476	2,77	2.341	0,14
São João dos Patos	456.697	15,15	4	0,00
Santa Inês	926.823	37,26	3.084	0,12
São Luís	8.051	3,77	128	0,06
Viana	175.648	21,82	61.782	7,68
Zé Doca	577.044	23,64	2.989	0,12
<b>TOTAL</b>	<b>9.147.290</b>	<b>27,72</b>	<b>95.343</b>	<b>0,287</b>

Tabela 2. Índice Demográfico do rebanho bovino e bubalino por Unidade Regional, Maranhão, Brasil, 2020.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

A UR de São Luís é detentora do menor efetivo bovino, 8.051 cab, com baixa densidade demográfica, 3,77 cab/km<sup>2</sup>. A regional supracitada está localizada em uma ilha ao norte do estado, mais precisamente na região metropolitana, onde encontra-se a capital do estado, São Luís, e outros três municípios, compondo a região mais urbanizada do estado.

Os maiores rebanhos de bovinos e as maiores densidades concentram-se nas mesorregiões Central e Leste do estado, regiões compostas por municípios que estão inseridos no bioma da Amazônia Legal e que possuem algumas limitações ambientais legais para expansão das áreas de pastagens, dessa forma a expansão desses rebanhos tendem a se deslocar para a mesorregião Leste e Sul, que estão inseridas no bioma Cerrado e apresentam melhores condições para implantação de novas áreas de pastagens.

Em relação à população bubalina, o efetivo de 95.343 cabeças atribui ao Maranhão o 4<sup>a</sup> lugar entre os maiores produtores da espécie, ficando atrás do Pará, Amapá e São Paulo (IBGE, 2020a). A UR de Viana foi a que apresentou o maior efetivo bubalino

(61.782 cabeças) e maior ID (7,68 cab/Km<sup>2</sup>), correspondendo a 64,79% do efetivo total do estado. Essa região é conhecida como Baixada Maranhense, onde essa espécie é comumente explorada pelos produtores locais. As demais UR's apresentam efetivos e índices demográficos menores. No ano de 2019, ao se avaliar o desempenho da pecuária maranhense, o Imesc (2019) registrou que somente o município de Viana, que faz parte da UR de Viana, era detentor do maior efetivo de rebanho bubalino maranhense, com um total de 18.420 cabeças, representando 21,7% da criação total do estado.

Os dados encontrados para a espécie suína estão sumarizados na Tabela 3 e apontam que os maiores efetivos desta espécie estão presentes nas UR's de Itapecuru Mirim, Imperatriz, Caxias, Presidente Dutra e Barrado do Corda. Quando considerada a densidade populacional, identificou-se que a UR de Itapecuru Mirim tem maior representatividade com 28,29 cab/km<sup>2</sup>, seguida da UR de São Luís e UR de Presidente Dutra com índices de 15,84 e 9,57 cab/km<sup>2</sup>, respectivamente.

<b>Regional</b>	<b>Efetivo suíno (nº cabeças)</b>	<b>Índice demográfico (cab/km<sup>2</sup>)</b>
Açailândia	33.437	1,78
Balsas	65.504	1,13
Bacabal	33.455	3,23
Barra do Corda	44.514	1,38
Chapadinha	104.420	6,48
Caxias	141.075	8,12
Codó	68.317	6,74
Imperatriz	164.564	6,91
Itapecuru Mirim	312.891	28,29
Presidente Dutra	120.683	9,57
Pinheiro	84.864	4,95
Pedreiras	52.739	8,66
Rosário	54.206	3,31
São João dos Patos	44.617	1,48
Santa Inês	54.206	5,25
São Luís	33.863	15,84
Viana	73.088	9,08
Zé Doca	20.674	0,85
<b>TOTAL</b>	<b>1.507.117</b>	<b>4,57</b>

Tabela 3. Índice Demográfico de suínos total por Unidade Regional, Maranhão, Brasil, 2020.

Fonte: SAGRIMA, a partir de IBGE/PPM, 2020.

Dados semelhantes foram encontrados por Santos e colaboradores (2020), que observaram uma maior distribuição de suínos em áreas de Cerrado e Caatinga, sendo o

município de Vargem Grande, que integra a UR de Itapecuru Mirim, o maior produtor de suínos do estado. Estudos relatam que apenas 25,75% desse efetivo é criado de forma comercial, sendo maior parte do efetivo (74,25%) criados em condições de subsistência (NETA et al., 2020; GOMES et al., 2017; NETA et al., 2020).

Os efetivos de caprinos e ovinos identificados no presente estudo apontam a baixa representatividade das duas espécies quando comparadas a outros estados do Nordeste. Os maiores ID de caprinos do Maranhão estão nas UR's de Itapecuru Mirim, Chapadinha e São Luís (Tabela 4), com 6,02, 4,51 e 3,90 cab/km<sup>2</sup>, respectivamente. Para os ovinos, as densidades mais representativas encontram-se nas UR's de São Luís (5,1 cab/km<sup>2</sup>), Imperatriz (4,98 cab/km<sup>2</sup>) e Presidente Dutra (2,91 cab/ km<sup>2</sup>).

Regional	Efetivo caprino (n° cabeças)	Índice demográfico (cab/km <sup>2</sup> )	Efetivo ovino (n° cabeças)	Índice demográfico (cab/km <sup>2</sup> )
Açailândia	5.750	0,30	21.108	1,13
Balsas	14.655	0,25	30.962	0,53
Bacabal	12.053	1,16	17.082	1,65
Barra do Corda	14.651	0,45	26.729	0,83
Chapadinha	72.657	4,51	13.351	0,83
Caxias	57.514	3,31	19.684	1,13
Codó	35.940	3,54	1.6654	1,64
Imperatriz	23.423	1,01	11.6006	4,99
Itapecuru Mirim	66.552	6,02	20.384	1,84
Presidente Dutra	36.678	2,91	36.740	2,91
Pinheiro	11.138	0,65	6.068	0,35
Pedreiras	13.714	2,25	7.176	1,18
Rosário	24.018	1,46	14.927	0,91
São João dos Patos	55.639	1,84	25.364	0,84
Santa Inês	37.877	1,52	41.417	1,66
São Luís	8.337	3,90	10.910	5,10
Viana	18.335	2,28	12.052	1,50
Zé Doca	9.281	0,38	8.856	0,36
<b>TOTAL</b>	<b>518.212</b>	<b>1,57</b>	<b>445.470</b>	<b>1,35</b>

Tabela 4. Índice Demográfico do rebanho caprino e ovino por Unidade Regional, Maranhão, Brasil, 2020.

Fonte: SAGRIMA, a partir de IBGE/PPM, 2020

O baixo ID para as espécies caprina e ovina pode ser justificado pela falta de tecnificação, onde o tipo de exploração utilizada pela maioria dos criadores é a extensiva ou ultra extensiva. Alves e colaboradores (2017) caracterizaram o sistema de produção

caprina e ovina na região Sul do Maranhão, observando a predominância de um sistema de criação típico das explorações comuns na região Nordeste, a atividade de subsistência, com pouca ou nenhuma assistência técnica especializada e com um baixo nível tecnológico.

Essas observações também foram constatadas por Rodrigues (2017), ao avaliar a atividade da ovinocaprinocultura no município de Vargem Grande, identificou que as explorações ali existentes são de caráter essencialmente familiar, com sérios problemas de manejo, traduzindo-se em baixa produtividade.

Os maiores efetivos avícolas (Tabela 5) encontram-se nas UR's de Imperatriz (4.248.071), Santa Inês (3.504.612) e São Luís (2.443.017). Essas mesmas UR's apresentaram os maiores ID para o avícola: São Luís (1.142,77 cab/km<sup>2</sup>), Imperatriz (160,08 cab/km<sup>2</sup>) e Santa Inês (140,89 cab/km<sup>2</sup>).

Regional	Efetivo aves (cabeças)	Índice demográfico (cab/km <sup>2</sup> )
Açailândia	233.568	12,47
Balsas	1.070.588	18,41
Bacabal	306.383	29,63
Barra do Corda	712.893	22,19
Chapadinha	553.113	34,34
Caxias	1.186.242	68,31
Codó	576.544	56,91
Imperatriz	4.248.071	160,08
Itapecuru Mirim	852.084	77,05
Presidente Dutra	1.283.625	101,84
Pinheiro	412.693	24,09
Pedreiras	738.809	121,27
Rosário	946.516	57,74
São João dos Patos	746.035	24,74
Santa Inês	3.504.612	140,89
São Luís	2.443.017	1.142,77
Viana	426.348	52,97
Zé Doca	194.745	7,98
<b>TOTAL</b>	<b>20.435.886</b>	<b>61,99</b>

Tabela 5. Índice Demográfico do rebanho avícola (galináceos totais) por Unidade Regional, Maranhão, Brasil, 2020.

Fonte: SAGRIMA, a partir de IBGE/PPM, 2020.

Estudos já realizados sobre a pecuária do Maranhão identificou que no ano de 2017, os municípios do estado que apresentavam maior produção avícola foram o de Estreito (6,5%), Pindaré-Mirim (5,9%), Porto Franco (4,9%), Balsas (4,2%) e Santa Inês

(3,9%) (MARTINS; OTTATI, 2019). No ano de 2018, a partir da espacialização dos dados da Pesquisa da Pecuária Municipal do IBGE, no período escolhido para este estudo, o município que se destacou com a maior produção de aves foi o de Paço do Lumiar, com 597.356 cabeças e Porto Franco, com 588.500 cabeças, seguidos dos municípios de Pindaré-Mirim, São José do Ribamar e Balsas com 570.587, 512.113 e 496.724 cabeças, respectivamente (IBGE, 2020c).

De acordo com a Portaria nº 292 de 2014 da AGED/MA e a Instrução Normativa (IN) nº 56 de 2007 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), todo estabelecimento comercial de aves deve ser registrado no Serviço Veterinário Oficial (SVO) (MARANHÃO, 2014; BRASIL, 2007). O estado do Maranhão possui 54 estabelecimentos avícolas comerciais registrados na AGED/MA e 24 em processos de registro, ambos localizados nas regiões de maior Índice Demográfico, com exceção da regional de Pedreiras, que apesar da obrigatoriedade do registro, não apresenta até o momento nenhuma granja tecnificada e registrada na Agência de Defesa (AGED, 2021).

Os dados levantados indicam que o efetivo de aves encontra-se bem distribuído por todo o estado do Maranhão e apesar da cadeia receber incentivos e investimentos, esta, ainda, se encontra em fase inicial do processo, necessitando de mais investimentos e incentivos, visto que, o Brasil é o segundo maior produtor de carne de frango do mundo e o Maranhão foi responsável por apenas 0,02% do total de abate de frango no Brasil no ano de 2017, um número insuficiente para o abastecimento do estado, tornando-o dependente de exportação (COUTINHO, 2018).

## CONCLUSÃO

Conclui-se que as espécies de produção – bovinos, bubalinos, suínos, caprinos, ovinos e aves – são exploradas em todas as regiões do território maranhense, embora haja ampla variação no efetivo de rebanho e no índice demográfico entre as diferentes regiões, com destaque para o rebanho avícola (20.435.886 cabeças; ID 61,99 cab/km<sup>2</sup>) e o bovino (9.147.290 cabeças; ID 27,72 cab/km<sup>2</sup>). Ressalta-se que o estado possui um grande potencial para o crescimento da atividade pecuária, devido sua expressiva extensão territorial, entretanto, torna-se necessário o estabelecimento de medidas de estímulo às pequenas criações na área estudada, bem como o acompanhamento de outros indicadores para o gerenciamento de informações úteis ao planejamento por meio de políticas públicas voltadas a essas cadeias produtivas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pós-graduação Profissional em Defesa Sanitária Animal (PPGPSA) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) e à Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Maranhão (AGED/MA) pelo apoio ao estudo realizado.

## REFERÊNCIAS

AGED - AGÊNCIA ESTADUAL DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO MARANHÃO. **Relatório Final da II Etapa de Vacinação contra Febre Aftosa no Maranhão 2020**. Arquivo impresso. Acesso em: 2. dez. 2022.

ALVES, A.R. VILELA, M.S., ANDRADE, M.V.M. et al. Caracterização do sistema de produção caprino e ovino na região sul do estado do Maranhão, Brasil. **Veterinária e Zootecnia**, v. 24, n. 3, p. 515-524, 2017.

ARAGÃO, A., CONTINI, E. **O Agro no Brasil e no mundo: uma síntese do período de 2000 a 2020**. EMPRAPA, 2020. Disponível: <https://www.embrapa.br/documents/10180/62618376/O+AGRO+NO+BRASIL+E+NO+MUNDO.pdf>. Acesso em: 31 maio 2023.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 56, de 4 de dezembro de 2007**. Estabelecer os procedimentos para registro, fiscalização e controle de estabelecimentos avícolas de reprodução e comerciais, na forma dos anexos desta Instrução Normativa. Brasília. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <https://www.aged.ma.gov.br/files/2017/02/4.-IN-56-E-ALTERA%C3%87%C3%95ES.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2022.

CCTUEMA – Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade Estadual do Maranhão, 2023. **Informações climáticas**. Disponível: em <http://www.nemrh.uema.br>. Acesso em: 23 fev. 2023.

COUTINHO, Jaine Soares. **Análise da cadeia produtiva da avicultura no Maranhão no período de 2007 a 2017 e perspectivas para os próximos anos**. 2018. 76f. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas). Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018.

FUNDEPEC – Fundo de Desenvolvimento da Pecuária do Estado Maranhão. 2018. **Bovinocultura de Corte**. Disponível em: <https://fundepecma.org.br/bovinocultura-de-corte/>. Acesso em: 12 dez. 2022

GOMES, R. da C.; FEIJÓ, G. L. D.; CHIARI, L. **Evolução e qualidade da pecuária brasileira**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2017. 4 p. (Nota Técnica).

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa da pecuária municipal 1974-2017**. 2020c. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html>. Acesso em: 05 março 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População estimada**. 2020b. Disponível em: [https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas\\_de\\_Populacao/Estimativas\\_2020/POP2020\\_20220419.pdf](https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2020/POP2020_20220419.pdf). Acesso em 1 dez. 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Rebanho bovino brasileiro**. 2020a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/busca.html?searchword=rebanho%20bovino%20brasileiro&searchphrase=all&start=100>. Acesso em: 5. dez. 2022

IMESC - Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos, 2019 **Desempenho da pecuária Maranhense 2019**. Disponível: <http://imesc.ma.gov.br/portal/Post/view/outras-publicacoes/465>. Acesso em: 10 dez. 2022.

MARANHÃO. **Portaria nº 158, de 26 de abril de 2017.** Dispõe sobre a estruturação de execução da defesa agropecuária em Nível Regional no âmbito da Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Maranhão e dá outras providências, São Luís, MA. Disponível em: <<https://www.aged.ma.gov.br/files/2018/06/STC.pdf>>. Acesso em: 2. dez. 2022.

MARANHÃO. **Portaria nº 292/2014/AGED-MA, de 5 de maio de 2014.** Estabelece normas para registro, fiscalização e controle de estabelecimentos avícolas comerciais, nos termos do Anexo I (Capítulos I, II, III, IV e V) constantes desta portaria. Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Maranhão, São Luís, MA. Disponível em: <<https://www.aged.ma.gov.br/files/2017/02/Portaria-292.2014-Registro-de-granjas-av%C3%ADcolas-comerciais.pdf>>. Acesso em: 12. dez 2022.

MARTINS, J. C.; OTTATI, A. M. A. A. **Análise da pecuária maranhense entre os anos de 1974 e 2017.** In: **VI CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS**, n. 4, 2019, Recife, Anais do Congresso Internacional das Ciências Agrárias, 2019.

NETA, D.S.C., DE SÁ PRAZERES, M.P.C., DE QUEIROZ SARAIVA, L., BARBOSA, H.M.B., DA FONSECA, L.S. Caracterização do fluxo suinícola no município de São Luís do Maranhão nos anos de 2016 a 2018. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 29312-29325, 2020.

RODRIGUES, Thamirys Freitas. **Sistemas de produção da ovinocaprinocultura no município de Vargem Grande, Maranhão.** 2017. 56f. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária). Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2017.

SAGRIMA. **SIGITE – Sistema de Informações Gerenciais e Inteligência Territorial Estratégica do Maranhão.** 2020. Disponível em <<https://sigite.sagrима.ma.gov.br/producao/?Id=26>>. Acesso em: 1. dez. 2022.

SANTOS, G. G; SOUZA, V, Q; SANTOS, M. G; NERIS J .P .F; CARMO, A.P. M. **Espacialização das principais produções pecuárias do Estado do Maranhão.** In: **CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS**, n 5, 2020, on-line, Anais IIDV. Recife: Instituto Internacional Despertando Vocações, 2020, p. 1-16. Disponível em: <https://cointer.institutoidv.org/smart/2020/pdvagro/uploads/3697.pdf>. Acesso em 2 fev. 2023.

SEINC - Secretaria de Estado da Indústria e Comércio. **Avicultura SEINC.** 2015. Disponível em: <[https://www.seinc.ma.gov.br/?page\\_id=481](https://www.seinc.ma.gov.br/?page_id=481)>. Acesso em: 13.dez. 2022.

# FISIOLOGIA DO PARASITISMO: A RELAÇÃO PLANTA-PATÓGENO

*Data de aceite: 01/08/2023*

### **Júlia Letícia Cassel**

Engenheira Agrônoma pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. Mestranda em Agronomia pela Universidade de Passo Fundo (UPF)

### **Bruna Dalcin Pimenta**

Docente na área de Ciências Agrárias do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Ibirubá

### **Rodrigo Luiz Ludwig**

Docente na área de Ciências Agrárias do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Ibirubá

### **Daniela Batista dos Santos**

Docente na área de Ciências Agrárias do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Ibirubá

**RESUMO:** As plantas podem ter sua morfologia e fisiologia, e conseqüentemente, sua produção, afetadas por distintos fatores bióticos e abióticos. Entre estes encontram-se organismos parasitas, sendo aqueles

que dependem de um hospedeiro para que algum processo vital ocorra, a reprodução ou permanecendo como parasita por toda a vida. Diante disso, essa revisão bibliográfica objetiva abordar os parâmetros fisiológicos que ocorrem, tanto na planta como no microrganismo, durante o parasitismo. Para isto, foram utilizados materiais nacionais e internacionais, sendo estes livros, teses, dissertações e artigos, em busca de elucidar os processos que ocorrem durante o parasitismo, do ponto de vista hospedeiro (planta) e parasita (bactéria, fungo, vírus e nematóide). Com tal pesquisa, é possível observar que existem diversos genes, moléculas e enzimas envolvidas no processo, como MAMP, PAMP, genes R, proteína PR, cutinase, entre outros. Estes, por fim, são envolvidos como forma de defesa do hospedeiro, ou como forma de contornar as defesas da planta pelo parasita.

**PALAVRAS-CHAVE:** Microrganismos. Defesa Vegetal. Hospedeiro.

## **INTRODUÇÃO**

As plantas vivem em um ambiente complexo, onde passam a interagir com diversos outros componentes bióticos,

sendo que estes podem ser benéficos (mutualismo), ou prejudiciais para os vegetais (herbivoria, patógenos microbianos, parasitas e alelopatia) (TAIZ; ZEIGER, 2017). Exemplo comum de mutualismo é a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), onde os rizóbios se beneficiam de energia e nutrientes da planta e, em troca, captam o  $N_2$  da atmosfera e fornecem a planta, fenômeno que ocorre de forma expressiva na cultura da soja.

Todos os órgãos das plantas são vulneráveis à colonização por micróbios, contudo, quando essa interação permite proliferação desse microrganismo em detrimento do hospedeiro, o micróbio pode ser descrito como um patógeno (FAULKNER; ROBATZEK, 2012). Ainda, a filosfera fornece um dos nichos mais importantes para habitação de fungos e bactérias (RHODEN et al., 2019). E estes, quando patógenos, podem gerar diversos prejuízos fisiológicos e econômicos, nas mais diversas culturas.

Diante de patógenos, as plantas codificam um sistema imunológico inato sofisticado (MACKEY; McFALL, 2006). Assim, respostas imunes contra patógenos são de fundamental importância para a sobrevivência de populações naturais, onde muito se investiga em relação a co-evolução entre hospedeiro-patógeno (ALCÁZAR et al., 2011), sendo a interação dinâmica das formas de imunidade do hospedeiro ao patógeno que refletem a evolução das pressões seletivas patógeno-planta (RHODEN et al., 2019).

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### Fisiologia do parasitismo do ponto de vista vegetal

Segundo Noman et al. (2020), nos ecossistemas naturais, as plantas interagem com componentes bióticos, como micróbios, insetos, animais e outras plantas, onde geralmente, os pesquisadores se concentraram em cada interação separadamente, o que condensa o significado da interação. Essa apresentação limitada dos fatos mascara o papel coletivo de organismos em constante interação em comunidades complexas, perturbando não apenas as respostas das plantas, mas também a resposta dos organismos entre si em ambientes ecológicos naturais (NOMAN et al., 2020).

As influências do ataque microbiano e de insetos às plantas podem trazer mudanças nas estruturas info-químicas e também desempenhar um papel na cadeia alimentar (NOMAN et al., 2020). Assim, segundo García-Pineda; Lozoya-Gloria (2004), a resistência das plantas é estreitamente correlacionada com a capacidade de resposta que uma planta possui diante de um potencial patógeno.

Já na ausência de patógenos, segundo Alcázar et al. (2011), a manutenção de um sistema imunológico é metabolicamente “caro” para a planta porque os recursos são limitados, sendo que os “custos” não devem exceder benefícios para que uma função de defesa seja mantida. Contudo, muitos recursos disponíveis para o crescimento e defesa

da planta são endogenamente limitados, sendo que muitos genes de defesa da planta possuem efeitos pleiotrópicos sobre crescimento e desenvolvimento (ALCÁZAR et al., 2011).

Após a patogênese, herbivoria e ataque microbiano, entre outros, as plantas exibem intensa reprogramação morfo-fisiológica e química que leva à repelência / atração do organismo atacante ou de seu inimigo natural (NOMAN et al., 2020). A caracterização de tais interações em diferentes ecossistemas está recebendo a devida consideração, e os mecanismos moleculares e fisiológicos subjacentes devem ser o ponto de concentração para desvendar a evolução das interações multitróficas multifacetadas (NOMAN et al., 2020).

Conseqüentemente, a complexidade de defesa das plantas não é apenas influenciada pelas interações de genes, mas também por fatores ambientais, tanto no funcionamento quanto na evolução (ALCÁZAR et al., 2011).

Para a infecção das plantas, a entrada de bactérias e vírus nas plantas geralmente requer feridas, enquanto muitos patógenos fúngicos podem penetrar nas barreiras intactas ou até mesmo por aberturas naturais, como os estômatos (KOLATTUKUDY, 1985). Estruturas como estômatos possuem importância fisiológica como a abertura necessária para a absorção de carbono dióxido de carbono para fotossíntese, acúmulo de matéria seca e, conseqüentemente o crescimento, sendo que o fechamento estomático restringe a perda de água e é essencial para a sobrevivência das plantas em condições de seca (ALCÁZAR et al., 2011).

A forte dependência da regulação estomática em flutuações ambientais, sua importância para as plantas crescimento e seu papel como porta de entrada para colonização de patógenos sugere que a evolução da defesa de plantas não é independente dos processos de adaptação local a ambientes abióticos (ALCÁZAR et al., 2011).

Segundo Robatzek (2007), a detecção de microrganismos potencialmente infecciosos é essencial para a imunidade às plantas, onde comunidades microbianas crescendo em as superfícies das plantas são monitoradas constantemente de acordo com padrões moleculares associados a micróbios conservados (MAMPs). Segundo o mesmo autor, a sinalização MAMP deve ser cuidadosamente controlada e parece envolver endocitose do receptor. Ainda, as plantas são capazes de reconhecer especificamente moléculas efetoras via leucina - local de ligação de nucleotídeo-receptores de repetição ricos (NB-LRR) (ROBATZEK, 2007). Vários estudos recentes, segundo o mesmo autor, mostram que o NB-LRR se transloca para o núcleo para exercer sua atividade.

Para isso, as plantas desenvolveram ainda um sistema para induzir a manutenção ou fechamento estomático transitório após a percepção de moléculas de patógenos, caracterizados como padrões moleculares estabelecidos ou associados a micróbios - MAMPs ou PAMPs (ZENG; MELOTTO; HE, 2010), os quais terão funcionamento melhor descrito a seguir.

Avanços significativos foram feitos em nossa compreensão das moléculas não-próprias que são reconhecidas pelas plantas e dos meios pelos quais as plantas as percebem (MACKEY; McFALL, 2006). Os termos estabelecidos que descrevem esses eventos de reconhecimento, incluindo o padrão molecular associado a micróbios, o receptor MAMP, o efetor e a proteína de resistência (R), precisam de esclarecimentos para representar adequadamente nosso conhecimento atual (MACKEY; McFALL, 2006).

Para ocorrer o parasitismo através de barreiras intactas, os patógenos precisam transpor várias formas de barreira física (NAGAI; PIMENTEL, 2012), conhecidos por mecanismos de resistência, mecanismos pré-formados, passivos ou constitutivos (AMORIM; REZENDE; BERGAMIN FILHO, 2018). Exemplo disto é a cutícula e o periderme suberizado formam barreiras que protegem as plantas contra a entrada por patógenos (KOLATTUKUDY, 1985). Estas se encontram nas partes aéreas das plantas, sendo que as cutículas possuem um componente estrutural conhecido por cutina, que é um polímero insolúvel, anexado as paredes celulares através de um material pectináceo (KOLATTUKUDY, 1985).

Além da cutina, existe uma camada de suberina, encontrada fortemente presa ou dentro da parede celular e possui efeito semelhante a cutina, onde poucos organismos conseguem penetrar paredes suberizadas, de forma extremamente lenta, e utilizá-las como fonte de carbono (KOLATTUKUDY, 1985).

Também, existem barreiras químicas a serem transpostas, como metabólitos secundários tóxicos produzidos pelas plantas (NAGAI; PIMENTEL, 2012). Os vírus, ainda, podem penetrar nas células da planta através de injúrias foliares por transmissão mecânica ou por insetos, também podendo ser transmitidos por propagação vegetativa ou por sementes contaminadas (NAGAI; PIMENTEL, 2012). Os fungos, por sua vez, secretam enzimas hidrolíticas, como cutinase, pectinases, hemicelulases, dentre outras para degradar os compostos da parede celular e penetrar nas células da planta (NAGAI; PIMENTEL, 2012).

Segundo García-Pineda; Lozoya-Gloria (2004), os mecanismos de defesa das plantas de dividem em: I) mecanismos pré-existent, que são formados pelas características extracelulares e presença de compostos químicos do tecido epidérmico; e II) mecanismos de defesa induzíveis, que ocorrem pela síntese de novos compostos antimicrobianos após a tentativa de “invasão” de um patógeno.

Quando se observa as defesas vegetais diante dos patógenos, os indutores (elicitors ou eliciadores) são moléculas de origem biótica ou abiótica, de natureza inorgânica, orgânica ou sintética, são capazes de induzir respostas de defesa quando se ligam a receptores da membrana plasmática da célula vegetal (BERTOLDO, 2019). Vários eliciadores podem disparar uma cascata de sinalização nas plantas, induzindo reações de defesa contra fungos, bactérias, vírus ou nematóides (RESENDE et al., 2007).

A infecção dos patógenos é detectada pelas plantas, podendo originar sinais moleculares, que são percebidos por Receptores de Reconhecimento de Padrões (PRRs)

na superfície celular (TAIZ; ZEIGER, 2017; RESENDE et al., 2007). Segundo Miguel (2019), PRRs são importantes para o reconhecimento inicial de patógenos, sendo um exemplo as lectinas do tipo C, um tipo de PRR, que são cruciais no reconhecimento de fungos. Esses, ocorrem em complexos de proteína que são mantidos em estado de repouso, antes de se ligar ao ligante molecular (sinais moleculares derivados dos microorganismos - MAMPs ou PAMPs, que são conservados por uma classe específica de microrganismos, por exemplo quitina para fungos e flagelos para bactérias, mas não pelo hospedeiro); e após passa a ocorrer a ativação dos eventos celulares: transcrição de um grande número de genes de defesa (RESENDE et al 2007; TAIZ; ZEIGER, 2017; RHODEN et al., 2019).

Esses MAMPs são uma sequência ou estrutura molecular em qualquer molécula derivada de patógeno que é percebida via interação direta com um receptor de defesa do hospedeiro. Os receptores MAMP foram previamente classificados separadamente das proteínas R como uma classe discreta de moléculas de vigilância. Contudo, os receptores MAMP e as proteínas R não podem ser distinguidos com base nas suas estruturas proteicas ou nas respostas induzidas (MACKEY; McFALL; 2006).

Sendo assim, a percepção ou reconhecimento do patógeno se dá quando eliciadores se ligam, direta ou indiretamente, a moléculas receptoras situadas principalmente na membrana plasmática da célula (RESENDE et al., 2007).

Esses elicitores podem induzir a resistência sistêmica adquirida (RSA), a qual é uma das mais importantes formas de resistência, pois confere proteção sistêmica à planta a um amplo espectro de microrganismos (BERTOLDO, 2019). Dentre os mecanismos de defesa da RSA, estão as modificações de parede celular, a produção de fitoalexinas, e concomitantemente, o aumento da expressão de genes relacionados a patogênese, os quais expressam as Proteínas Relacionadas a Patogenicidade (proteínas PR) (BERTOLDO, 2019).

Diante disso, segundo Taiz; Zeiger (2017), um único contato com o patógeno pode aumentar a resistência aos ataques futuros, devido ao desencadeamento de respostas em defesa local e indução de produção de sinais que levam a expressão de sistêmica dos genes relacionados à patogênese (PR). Essas proteínas PR são mais abundantes nos vacúolos ou apoplasto, sendo abundantes nas folhas, locais onde mais possivelmente pode ocorrer ataques a agentes bióticos (TAIZ; ZEIGER, 2017). Dentre as proteínas-PR, as mais importantes são as quitinases (PR-3) e as  $\beta$ -1,3 glucanases (PR-2), as quais apresentam atividade hidrolítica, muitas vezes sinérgica, clivando polímeros estruturais de quitina e glucana, respectivamente, presentes na parede de patógenos, principalmente de fungos (BERTOLDO, 2019).

A atividade dessas enzimas é aumentada quando plantas são tratadas com indutores específicos ou quando atacadas pelos seus inimigos naturais (BERTOLDO, 2019), sendo que pesquisas de novos indutores requerem uma série de testes para comprovação efetiva que a resposta de defesa vegetal tenha sido ativada.

Além disso, a própria planta pode gerar sinais moleculares que servem como “alarme”, a partir de danos causados por microorganismos ou insetos mastigadores, sendo chamados DAMPs (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Segundo Taiz; Zeiger (2017), a percepção de MAMPs ou DAMPs pelas PRRs da superfície celular, inicia uma resposta de defesa basal e localizada (imunidade desencadeada MAMP), que inibe o crescimento de patógenos ou pragas não adaptados; sendo um exemplo o controle da abertura estomática.

Para infectar um determinado hospedeiro, os microorganismos devem evitar ou suprimir a PTI (imunidade desencadeada por PAMP ou MAMP) por meio das ações de efetores (RHODEN et al., 2019). Por sua vez, algumas plantas desenvolveram proteínas de resistência (R) para detectar esses efeitos, elas são desencadeadoras de imunidade (RHODEN et al., 2019).

Assim, efetores de patógenos podem ser reconhecidos pelos genes da resistência (R) nas plantas, os quais pertencem principalmente à repetição rica em leucina de ligação a nucleotídeos da família (NB-LRR) e iniciam processos que desencadeiam imunidade no reconhecimento efetor (ALCÁZAR et al., 2011). Esses genes se encontram em trânsito entre o citoplasma e o núcleo ou presos na membrana plasmática (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Segundo García-Pineda; Lozoya-Gloria (2004), a resistência das plantas às doenças frequentemente resulta de interação genética específica resistência (R) das plantas com os correspondentes genes de virulência de patógenos. Alguns genes R de várias espécies de plantas que codificam proteínas, são agrupados em cinco classes de acordo com o domínio comum que compartilham: domínios ricos em leucina e repetidos em intervalos regulares; domínios de proteínas conservadas com atividade de fosforilação (proteína serina / treonina quinase); sítios de ligação de nucleotídeos de trifosfato; “fechamentos de leucina”; e domínios semelhantes ao receptor “Toll / Interleucina-1” citoplasmática de células animais (GARCÍA-PINEDA; LOZOYA-GLORIA, 2004).

Assim, se sugere que os genes R codificam receptores que interagem direta ou indiretamente com ligantes produzidos pelos genes de virulência correspondentes do patógeno (GARCÍA-PINEDA; LOZOYA-GLORIA, 2004). Alguns dos processos bioquímicos e fisiológicos associados com gene por resistência gênica R são a geração de espécies oxigênio reativo, produção de óxido nítrico, produção de compostos antimicrobianos, peroxidação lipídios, fluxo iônico e indução de genes de defesa, entre outros (GARCÍA-PINEDA; LOZOYA-GLORIA, 2004).

Segundo a Hipótese-guarda, os produtos do gene R “guardam” proteínas celulares nomeadas *guardae*, que interagem com os efetores para a infecção do patógeno (TAIZ; ZEIGER, 2017).

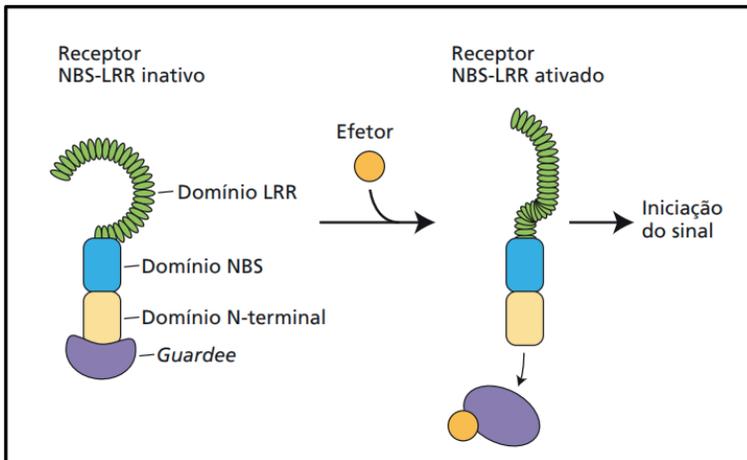


Figura 1: Hipótese-guarda para sinalização do gene R

Fonte: Taiz; Zeiger (2017).

Pouco tempo após a identificação de efetores ou MAMPs (eliciadores), rotas complexas são ativadas e geram respostas de defesa (TAIZ; ZEIGER, 2017). Um efeito inicial é a mudança da permeabilidade iônica da membrana plasmática, estimulando a entrada de  $\text{Ca}^{+2}$  (ativação da explosão oxidativa que atua diretamente na defesa, entre outras) e  $\text{H}^+$  na célula e a saída de  $\text{K}^+$  e  $\text{Cl}^-$  (TAIZ; ZEIGER, 2017). Segundo este mesmo autor, ainda outros componentes podem ser óxido nítrico, MAP-quinases, proteínas quinase dependentes de cálcio e ácido jasmônico e salicílico.

Outra forma de defesa dos vegetais é o metabolismo oxidativo, que pode iniciar a resposta hipersensível, uma defesa importante contra os patógenos biotróficos (RHODEN et al., 2019). Segundo Taiz; Zeiger (2017), se a resposta de hipersensibilidade obtiver sucesso, o restante da planta não será afetado e sim, apenas o local infectado. No entanto, se ele provocar morte celular no local infectado, de modo que impeça que esses patógenos tirem proveito dos nutrientes celulares, tem o efeito indesejado de facilitar a infecção por patógenos necrotróficos (RHODEN et al., 2019).

Muitas espécies reagem à invasão por fungos ou bactérias sintetizando lignina ou calose, sendo que esses polímeros servem como barreiras, separando tais patógenos do resto da planta, bloqueando fisicamente sua propagação (TAIZ; ZEIGER, 2017). Algumas proteínas da parede, ricas em prolina, formam ligações cruzadas após o ataque do patógeno, em uma reação de oxidação mediada por  $\text{H}_2\text{O}_2$  (TAIZ; ZEIGER, 2017), fortalecendo as paredes celulares das células próximas ao local da infecção, aumentando sua resistência à digestão microbiana.

Outra resposta de defesa à infecção é a formação de enzimas hidrolíticas que atacam a parede celular do patógeno, sendo estas glucanases, quitinases e outras hidrolases são induzidas pela invasão fúngica (TAIZ; ZEIGER, 2017). Essas enzimas

hidrolíticas pertencem ao grupo de peptídeos antimicrobianos, que com frequência são induzidos durante a infecção por patógenos (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Enzimas são proteínas de alta massa molecular responsáveis pela catálise das reações anabólicas e catabólicas (AMORIM; REZENDE; BERGAMIN FILHO, 2018), sendo que elas podem estar envolvidas dos dois lados: como forma de defesa da planta diante do parasita e como ferramenta do parasita para infectar a planta.

Após o ataque do patógeno, também são sintetizadas e acumuladas na planta, em torno do local de infecção, filolexinas com atividade antimicrobiana, sendo estas constituintes de um grupo de metabólitos secundários quimicamente diversos (TAIZ; ZEIGER, 2017). Exemplos de filolexinas são isoflavonóides presentes em leguminosas e sesquiterpenos produzidos pelas solanáceas (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Além disso, as plantas podem encontrar microorganismos patogênicos durante a vida ciclo que pode ativar um espectro duradouro e de amplo espectro resistência chamada resistência adquirida sistêmica (SAR) (VLOT; DEMPSEY; KLESSIG, 2009).

A taxa de transmissão SAR é bastante rápida indo do sítio de ataque em direção ao restante da planta, sendo que a hipótese é de que ela possa se mover pelo sistema vascular, as principais evidências apontam para o floema (TAIZ; ZEIGER, 2017). Esta SAR é induzida pelo ácido salicílico (NAGAI; PIMENTEL, 2012) e desencadeiam uma cascata de fatores de defesa para a planta.

Ao contrário do SAR, a resistência sistêmica induzida (ISR) é ativada através de organismos não patogênicos (TAIZ; ZEIGER, 2017). Segundo Taiz; Zeiger (2017), estas resistências mediadas por uma rizobactéria, possuem amplo espectro, preparando a planta para uma potencial ativação de várias respostas de defesas celulares (explosão oxidativa, reforço da parede celular, acúmulo de enzimas relacionadas a defesa e acúmulo de metabólitos secundários), induzidas por um ataque de um patógeno (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Na interação planta-patógeno, os mecanismos de defesa das hospedeiras surgiram, provavelmente por mutações hereditárias, seleção natural e mudanças evolucionárias (NAGAI; PIMENTEL, 2012), sendo que estas produziram substâncias do metabolismo que não eram tóxicas para as plantas, não eram tão custosas energeticamente e as plantas que as possuíam deixavam mais descendentes do que as que não as produziam, devido à proteção extra contra os patógenos. Tais mutações foram passadas de geração em geração, proporcionando às plantas um eficiente sistema de defesa (NAGAI; PIMENTEL, 2012).

## **Fisiologia do parasitismo do ponto de vista patógeno**

Os patógenos vegetais invadem o hospedeiro, sendo este de distintas espécies, para obter acesso a nutrientes que sustentam seu crescimento (FAULKNER; ROBATZEK, 2012). Aproximadamente um décimo de todas as espécies de fungos descritas pode causar

doenças em plantas (KUBICEK et al., 2014). Segundo o mesmo autor, uma característica comum desse processo é a necessidade de passar parede celular da planta, uma barreira importante contra o ataque de patógenos. Para isso, os fungos possuem uma variedade diversa de enzimas secretadas para despolimerizar a principais componentes estruturais do polissacarídeo da parede celular da planta, isto é, celulose, hemicelulose e pectina (KUBICEK et al., 2014). Avanços recentes em sistemas genômicos e estudos de nível inicial começaram a desvendar essa diversidade e identificaram famílias de enzimas degradadoras de parede (CWDE) especificamente presentes ou melhorada em fungos fitopatogênicos (KUBICEK et al., 2014).

Assim, os patógenos secretam uma série de moléculas (toxinas, enzimas, efetores) nos compartimentos extracelular e intracelular, a fim de atingir as células hospedeiras para acomodar estruturas patogênicas e para facilitar a absorção de nutrientes (FAULKNER; ROBATZEK, 2012).

Segundo Zeng; Melotto; He (2010), para iniciar a patogênese, bactérias patogênicas devem primeiro entrar nos tecidos das plantas; e ao contrário dos patógenos fúngicos, as bactérias não têm a capacidade de penetrar na epiderme da planta; portanto, eles confiam totalmente em aberturas naturais ou feridas acidentais para entrar tecidos internos.

Em relação a forma de vida dos microrganismos, um dos principais são os microrganismos necrotróficos são aqueles que se alimentam de tecidos mortos da planta hospedeira e, portanto, têm a capacidade de resistir nos restos de culturas, entre uma safra e outra, até o repovoamento pelo hospedeiro mais suscetível (RHODEN et al., 2019).

Quanto à infecção, os agentes patogênicos desenvolvem mecanismos para invadir a planta hospedeira e infectá-la. O que se sabe é que patógenos devem suprimir as defesas do hospedeiro para causarem uma doença, sendo que até mesmo algumas proteínas são secretadas em busca de contornar a imunidade das plantas (RHODEN et al, 2019).

Essa infecção ocorre de distintos modos, como através da penetração pela cutícula e parede celular, com secreção de enzimas líticas que digerem essas barreiras de proteção mecânica das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2017), conhecidas como cutinases, o que pode se tornar um fator chave para a patogenicidade (AMORIM; REZENDE; BERGAMIN FILHO, 2018).

Segundo Kolattukudy (1985), alguns fungos patogênicos podem entrar nas plantas através de feridas frescas sem ter que romper as barreiras protetoras, sendo que eles também podem obter acesso através da abertura natural como estômatos e lenticelas. No entanto, nesses casos, uma barreira cuticular deve ser penetrada se as cavidades estiverem protegidas por essas camadas (KOLATTUKUDY, 1985).

As pequenas quantidades de cutinases secretadas pelos esporos fúngicos na superfície do hospedeiro, degradam parcialmente a cutícula, liberando monômeros de cutina, que ativam a transcrição do gene cutinase no patógeno, que exceta em maior quantidade, facilitando a penetração (AMORIM; REZENDE; BERGAMIN FILHO, 2018).

A cutinase foi cunhada para descrever uma enzima hipotética destruidora de cutículas postulado para ser usado pela invasão de patógenos fúngicos (KOLATTUKUDY, 1985). O papel central da cutinase na penetração de patógenos também foi revelado pela observação de que certos patógenos incapazes de infecção devido à sua incapacidade de penetrar na cutícula (KOLATTUKUDY, 1985).

Esta maneira de infecção é conhecida como penetração direta e significa que o patógeno pode vencer todas as barreiras naturais (AMORIM; REZENDE; BERGAMIN FILHO, 2018). Sendo assim, a aparência da digestão na cutícula é tomada como evidência para apoiar uma penetração enzimática, sendo que passa a ocorrer uma hidrólise enzimática da cutícula capaz de enfraquecer essa barreira, e auxiliar a penetração de um “pino de infecção” do fungo, sistema que pode variar de acordo com patógeno e hospedeiro (KOLATTUKUDY, 1985).

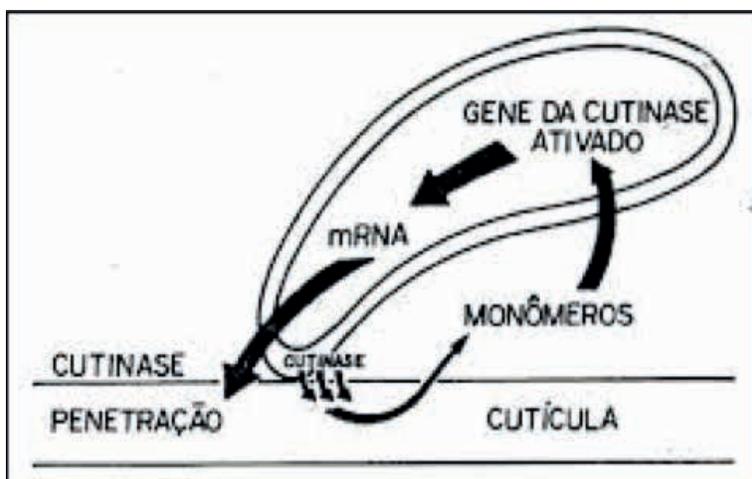


Figura 2: Indução do gene da cutinase através de monômeros de cutina

Adaptado de Kolattukudy (1985).

Segundo Kolattukudy (1985), os inibidores da cutinase demonstraram ser eficazes na prevenção da infecção de várias espécies de plantas por fungos patogênicos sob condições controladas de bioensaios nos estudos realizados.

Contudo, como em condições de campo, feridas e outros modos de entrada de patógenos nas plantas não podem ser completamente impedidos, sendo que anti-penetrantes teriam que ser combinados com curativos para essas aberturas, agentes como fungicidas para proteção ideal contra fungos (KOLATTUKUDY, 1985). Em tais casos, conforme o mesmo autor, anti-penetrantes devem ajudar a minimizar a quantidade de fungicida necessária.

Assim, se produtos químicos com propriedades protetoras ou curativas contra

fungos puderem ser covalentemente ligados à camada de barreira externa das plantas, esses produtos químicos poderiam permanecer na superfície da planta e proteger as plantas quando necessário (KOLATTUKUDY, 1985).

Segundo Amorim; Rezende; Bergamin Filho (2018), alguns fungos também podem fixar-se a superfície do hospedeiro através de um apressório e lançar um *peg* de penetração, que perfura a cutícula. Já em raízes, a penetração direta é observada nos pelos radiculares e células de alongamento, desprovidas de suberina (com função semelhante à cutina); sendo que apenas alguns fungos penetram em paredes celulares suberizadas, mas muito lentamente (AMORIM; REZENDE; BERGAMIN FILHO, 2018).

Outros patógenos entram nas plantas através de suas aberturas naturais (estômatos, hidatódios e lenticelas), ou através de locais lesionados (como as lesões causadas por herbívoros) (TAIZ; ZEIGER, 2017; AMORIM; REZENDE; BERGAMIN FILHO, 2018). Segundo Rhoden et al (2019), estômato é uma abertura natural na epiderme da planta e tem sido reconhecida como um importante ponto de entrada para microrganismos fitopatogênicos.

Ainda, alguns patógenos podem ser transmitidos através da herbivoria, tendo como exemplo que muitos insetos são vetores de determinados tipos de viroses, como os insetos sugadores que levam o patógeno diretamente para o sistema vascular, que passará a se propagar por toda a planta (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Já a degradação das paredes celulares é feita por uma série de enzimas, como pectinases, celulases, hemicelulases e ligninases, além de toxinas e hormônios, os quais são produzidos por fungos e bactérias (AMORIM; REZENDE; BERGAMIN FILHO, 2018; NAGAI; PIMENTEL, 2013).

Segundo Nagai; Pimentel (2012), uma vez dentro da célula, os vírus precisam liberar o ácido nucleico e para tal a capa (lipo)protéica que os envolve é removida, são eliciadores reconhecidos por receptores ou proteínas R localizados na membrana plasmática ou mesmo no citoplasma.

Na infecção por fungos, sabe-se que diversas classes de componentes podem substituir completamente os eliciadores, incluindo oligo e polissacarídeos, como quitina, quitosana e seus fragmentos, xiloglucanos, laminarina e outros  $\beta$ -glucanos e seus fragmentos, oligogalacturonídeos, proteínas (harpina), derivados lipídicos (siringolídeo), dentre outros (NAGAI; PIMENTEL, 2012). Os eliciadores dos patógenos iniciam vias de sinalização de infecção, as quais envolvem o ácido jasmônico, o ácido salicílico, o óxido nítrico, dentre outros sinalizadores, que irão ativar respostas de defesa na planta, como a produção de metabólitos secundários (NAGAI; PIMENTEL, 2012).

Segundo Taiz; Zeiger (2017); Amorim; Rezende; Bergamin Filho (2018), uma vez dentro da planta, os patógenos possuem três alternativas para utilizar a planta hospedeira como substrato para sua proliferação: I) Patógenos necrotróficos: atacam seu hospedeiro pela secreção de enzimas ou toxinas de parede celular, o que leva à extensa maceração

de tecidos, que é colonizado e usado como fonte de alimento do patógeno; II) Patógenos biotróficos: não causam danos ao tecido vegetal, contudo se alimentam de substratos fornecidos pelo hospedeiro; III) Patógenos hemibiotróficos: inicialmente uma fase biotrófica, seguida por uma fase necrotrófica. Embora esses sistemas sejam bem desenvolvidos, epidemias em sistemas naturais são raras, devido às estratégias desenvolvidas pelas plantas (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Diante disso, os fitopatógenos podem produzir moléculas efetoras que conferem vantagens aos patógenos (afetam a estrutura, metabolismo ou regulação hormonal da planta), garantindo sucesso na colonização do hospedeiro e obtenção de benefícios nutricionais (TAIZ; ZEIGER, 2017). Estas moléculas efetoras podem ser: enzimas (cutinases, celulases, xilanases, pectinases e poligalacturonases), toxinas e reguladores de crescimento (TAIZ; ZEIGER, 2017; AMORIM; REZENDE; BRAGANÇA FILHO, 2018), que auxiliam o patógeno de alguma forma, como por exemplo a obtenção de compostos energéticos, que os tornam cada vez mais prejudiciais às plantas.

Estudos de Amaral et al. (2019), a partir de um fungo conhecido como afinador de pinheiro (PPC), causado por *Fusarium circinatum*, o qual afeta espécies de *Pinus* em todo o mundo, comenta que ainda não foram encontradas soluções eficazes para controlá-lo. No entanto, existe um interesse crescente no uso de agentes de controle biológico (BCA), como o *Trichoderma*, para evitar a aplicação de produtos químicos (AMARAL et al, 2019).

Utilizando espécies com crescente nível de suscetibilidade à CPP (*Pinus pinea*, *Pinus pinaster* e *Pinus radiata*), o estudo de Amaral et al. (2019), teve como objetivo avaliar o efeito da pré-inoculação com *Trichoderma viride* no desenvolvimento da doença, avaliando vários parâmetros fisiológicos e hormonais. Diante do apresentado, observou-se que a infecção por *Fusarium circinatum* reduziu o estado da água e a fotossíntese, mas aumentou as concentrações de prolina, ácido abscísico e ácido jasmônico em plantas de *P. radiata* e *P. pinaster* com sintomas; enquanto em *P. pinea* as relações hídricas foram mantidas e o acúmulo de antocianina ocorreu na presença de *F. circinatum* (AMARAL et al, 2019), características fisiológicas que denotam os efeitos de fungos patógenos em plantas de interesse econômico.

Já em *P. radiata*, a pré-inoculação de *T. viride* acelerou a progressão da doença, com algumas respostas induzidas por PPC aumentadas (potencial hídrico reduzido e fotossíntese; aumento da concentração substomatal de CO<sub>2</sub>) e novas alterações não encontradas em mudas inoculadas exclusivamente com *F. circinatum* vazamento e ácido salicílico; diminuição do teor relativo de água) (AMARAL et al., 2019).

Isto sugere que *T. viride* pode ser inicialmente reconhecido como um organismo invasor, subvertendo os mecanismos de defesa das plantas para uma colonização radicular bem sucedida (AMARAL et al, 2019), mostrando as interações entre planta e patógeno, sendo que se não for permitido que as mudas se recuperem desse estado, segundo Amaral et al. (2019), a infecção por patógenos poderá ser facilitada.

Em relação às fitotoxinas, estas podem ter sua importância associada ao estabelecimento do patógeno no interior do hospedeiro e o desenvolvimento de vários sintomas de danos aos tecidos vegetais, como clorose, necrose e murcha (AMORIM; REZENDE; BRAGANÇA FILHO, 2018).

Essas toxinas podem ser classificadas como: I) não-seletivas, que são tóxicas a várias espécies de plantas, que podem ou não ser hospedeiras do microrganismo, onde provocam a indução dos sintomas causados pelo patógeno; II) seletivas (específicas), são tóxicas em quantidades fisiológicas somente para as plantas hospedeiras do microrganismo, sendo essenciais para o estabelecimento e manifestação da doença (AMORIM; REZENDE; BRAGANÇA FILHO, 2018). Nesse segundo grupo, os fungos produtores possuem as seguintes características: as toxinas produzem sintomas característicos da doença; patógeno e toxina exibem especificidade semelhante em relação ao hospedeiro; e a agressividade varia de acordo com a capacidade de produzir toxina (AMORIM; REZENDE; BRAGANÇA FILHO, 2018).

Já quando se estuda o parasitismo por vírus, existem evidências crescentes de que os vírus das plantas manipulam as hospedeiras para aumentar os comportamentos conducentes à transmissão por vetores (CHESNAIS; MAUCK; BOGAERT et al., 2019). Os relatórios desse fenômeno frequentemente incluem apenas plantas anuais domesticadas e altamente suscetíveis como hospedeiras, o que restringe nossa capacidade de determinar se os efeitos do vírus são componentes de uma estratégia adaptativa por parte do patógeno ou simplesmente subprodutos da patologia (CHESNAIS; MAUCK; BOGAERT et al., 2019).

Outro exemplo de parasitismo bastante significativo dentro da agricultura é por nematóides. Apesar de sua estrutura anatômica relativamente simples, como de um tubo dentro de outro, eles exibem uma excelente adaptabilidade aos mais diferentes nichos ecológicos (FRAGOSO et al., 2007). Alguns desses podem provocar interações de forrageio nas plantas (TAIZ; ZEIGER, 2017). Estes organismos causam mudanças drásticas na morfologia e fisiologia de seus hospedeiros (WILLIAMSON; GLEASON, 2003).

Segundo Taiz; Zeiger (2017), muitos nematódeos são parasitas dependentes de outros organismos vivos para completar seu ciclo de vida, como as plantas (biotróficos), contudo, isso pode prejudicar o hospedeiro e causar danos econômicos para culturas agrícolas e ornamentais.

Recentemente, vários produtos genéticos têm identificados que são secretados pelo nemátodo durante parasitismo, sendo que os genes correspondentes têm forte semelhança com genes microbianos ou genes encontrados em nematódeos que parasitam animais (WILLIAMSON; GLEASON, 2003).

Todos os nemátodes parasitas das plantas são parasitas obrigatórios, alimentando-se exclusivamente do citoplasma das células vegetais vivas (WILLIAMSON; GLEASON, 2003). Os grupos de nematóides mais importantes economicamente são os endoparasitas sedentários, que incluem os gêneros *Heterodera* e *Globodera* (cisto nemátodos) e

*Meloidogyne* (nematóides do nó da raiz) (WILLIAMSON; GLEASON, 2003).

O ciclo de vida de nematóides consiste de seis estádios fenológicos: ovo, quatro larvais (juvenis) e adulto (FRAGOSO et al., 2007). O ciclo de vida dos nematóides parasitas é iniciado quando os ovos dormentes reconhecem compostos específicos secretados pela raiz, e passam a eclodir (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Após, os nematóides jovens nadam até a raiz e penetram em sua estrutura, migrando para o sistema vascular, onde passam a consumir as células da planta (TAIZ; ZEIGER, 2017). Ao atingir o sistema vascular cilindro, os nematóides estabelecem um local de alimentação aparentemente injetando secreções de estiletos (WILLIAMSON; GLEASON, 2003).

No local de forrageio permanentes, geralmente o córtex da raiz, a larva perfura a célula com seu estilete e injeta saliva, que faz com que as paredes celulares se decomponham e as células vizinhas são incorporadas em um sincício - grande local de forrageio, metabolicamente ativo, que se torna multinucleado quando as demais células vizinhas são incorporadas a ele por dissolução da parede e fusão celular (TAIZ; ZEIGER, 2017).

O sincício continua a se expandir em direção ao sistema vascular, incluindo células do periciclo e parênquima, até começar a funcionar como um dreno de nutrientes (TAIZ; ZEIGER, 2017). Após estabelecido, o nematódeo cresce e passa por três estádios de muda para se tornar um verme adulto e após, a fêmea produzir ovos internamente, intumescer e projetá-los na superfície da raiz (TAIZ; ZEIGER, 2017). Já os machos adultos são liberados para o solo e atraídos por feromônios para a superfície da raiz, onde ocorre a fecundação (TAIZ; ZEIGER, 2017). Após esse processo, a fêmea morre e forma um cisto que contém ovos fecundados (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Os nematódeos fitoparasitas secretam diversas moléculas efetoras que afetam a planta morfológica e fisiologicamente, sendo que entre estas estão algumas reconhecidas especificamente pela planta e ativando respostas de defesa, através do reconhecimento do grupo de genes R (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Oliveira et al. (2019), concluíram que produtos biológicos baseados em *T. asperellum*, *B. subtilis* e *P. lilacinum* têm potencial para o controle de *P. brachyurus* na cultura da soja. Esses produtos, segundo o mesmo autor, apresentaram maior eficiência no controle desse nematóide do que no tratamento químico com abamectina aos 120 dias após a semeadura. A porcentagem de controle foi maior quando combinada com a fertilização biológica, denotando que a fertilização biológica também é uma ferramenta potencial para o manejo integrado de fitonematóides (OLIVEIRA et al., 2019).

## CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS

Em suma, é possível perceber que as plantas possuem mecanismos para reconhecer

e após, praticar a defesa, diante da invasão de um parasita. Por outro lado, os parasitas evoluem na busca de suprimir as defesas da planta. Diante disso, é possível perceber uma evolução conjunta entre as plantas e seus respectivos parasitas - bactérias, fungos, vírus e nematóides. Além disso, esses parasitas são responsáveis por uma enorme gama de doenças, que geram prejuízos em lavouras comerciais de todo o planeta, sendo necessário estudos que busquem elucidar relações entre patógenos e hospedeiros, a fim de minimizar essas perdas.

## REFERÊNCIAS

AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia: Princípios e conceitos**. 5ed. Ceres: Minas Gerais, 2018. v.1. p.573.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre/RS: Artmed, 2017. 858p.

KOLATTUKUDY, P. E. Enzymatic penetration of the plant cuticle by fungal pathogens. **Ann. Rev. Phytopatol**, v. 23, p. 223-250. 1985. Disponível em <<https://doi.org/10.1146/annurev.py.23.090185.001255>> Acesso em 02/07/2020.

CHESNAIS, Q.; MAUCK, K.E.; BOGAERT, F.; BAMIÈRE, A.; CATTEROU, M.; SPICHER, F.; BRAULT, V.; TEPFER, M.; AMELINE, A. Virus effects on plant quality and vector behavior are species specific and do not depend on host physiological phenotype. **Journal of Pest Science**. n.92, p.791–804, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10340-019-01082-z>> Acesso em 30/06/2020.

NOMAN, A.; AQEEL, M.; QASIM, M.; HAIDER, I.; LOU, Y. Plant-insect-microbe interaction: A love triangle between enemies in ecosystem. **Science of The Total Environment**, v. 699, p. 134181, 2020. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134181>> Acesso em 30/06/2020.

AMARAL, J.; PINTO, G.; FLORES-PACHECO, J.A.; DÍEZ-CASERO, J.J.; CERQUEIRA, A.; MONTEIRO, P.; GÓMES-CADENAS, A.; ALVES, A.; MARTÍN-GARCÍA, J. Effect of *Trichoderma viride* pre-inoculation in pine species with different levels of susceptibility to *Fusarium circinatum* : physiological and hormonal responses. **Plant Pathology**. Agosto de 2019. Disponível em: <<https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ppa.13080>> Acesso em 30/06/2020.

NAGAI, A.; PIMENTEL, B. S. Como as Plantas se Defendem Frente à Infecção por Patógenos? *In*: LOPEZ, A. M. et al. **Botânica no Inverno**. p. 9-12, 2012. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Diogo\\_Galdeano/publication/297301899\\_Microrganismos\\_x\\_Planta\\_guerra\\_ou\\_parceria/links/56deb86c08aeb8b66f95f6f7.pdf#page=1](https://www.researchgate.net/profile/Diogo_Galdeano/publication/297301899_Microrganismos_x_Planta_guerra_ou_parceria/links/56deb86c08aeb8b66f95f6f7.pdf#page=1)> Acesso em 30/06/2020.

MIGUEL, M. R. D. C. **Avaliação do papel dos receptores de reconhecimento de padrões Dectina-2 e Dectina-3 na infecção experimental por Paracoccidioides brasiliensis**. 106p. Tese (Doutorado em Biologia Microbiana)— Universidade de Brasília, Brasília, 2019. Disponível em: <[https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/36781/1/2019\\_MarianadeResendeDamasCardosoMiguel.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/36781/1/2019_MarianadeResendeDamasCardosoMiguel.pdf)> Acesso em 30/06/2020.

RHODEN, S. A.; LUCAS, A. P. C.; EVANGELISTA, C. L.; LIMA, F. S.; DEPRÁ, I. C.; NASCIMENTO, R. A.; PAMPHILE, J. A. Aspectos físicos, químicos e genéticos na interação patógeno planta hospedeira. **SaBios: Revista de Saúde e Biologia**. v. 14, n. 1, p. 34-41, jan/abr de 2019. Disponível em: <<http://revista2.grupointegrado.br/revista/index.php/sabios2/article/view/1338>> Acesso em 30/06/2020.

BERTOLDO, E. **Desenvolvimento de substrato e adequação de metodologia para detecção de  $\beta$ -1, 3 glucanase em soja *Glycine max* (L.) Merrill.** Pato Branco: UTFPR, 2019. 113p. Disponível em: <[http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/4524/1/PB\\_PPGAG\\_D\\_Bertoldo%2c%20%2c3%89dson\\_2019.pdf](http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/4524/1/PB_PPGAG_D_Bertoldo%2c%20%2c3%89dson_2019.pdf)> Acesso em: 01/07/2020.

RESENDE, M. L. V.; BARRETTI, P. B.; MEDEIROS, F. C. L.; SILVA, D. D.; PEREIRA, R. B.; LINS, S. R. O.; PEREIRA, L. M.; CAMPOS, M. A. Percepção e transdução de sinais para a ativação de respostas de defesa em plantas contra patógenos. **RAPP.** v. 15, p. 129-198, 2007. Disponível em <[https://www.researchgate.net/profile/Dagma\\_Da\\_Silva2/publication/256686262\\_PERCEPCAO\\_E\\_TRANSDUCAO\\_DE\\_SINAIS\\_PARA\\_A\\_ATIVACAO\\_DE\\_RESPOSTAS\\_DE\\_DEFESA\\_EM\\_PLANTAS\\_CONTRA\\_PATOGENOS/links/0deec5239b9ff7e5b0000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Dagma_Da_Silva2/publication/256686262_PERCEPCAO_E_TRANSDUCAO_DE_SINAIS_PARA_A_ATIVACAO_DE_RESPOSTAS_DE_DEFESA_EM_PLANTAS_CONTRA_PATOGENOS/links/0deec5239b9ff7e5b0000000.pdf)> Acesso em 01/07/2020.

GARCÍA-PINEDA, E.; LOZOYA-GLORIA, E. Genes de Resistencia a Enfermedades en Plantas. **Revista Mexicana de Fitopatología**, v. 22, n. 3, p. 414-422. Sociedad Mexicana de Fitopatología, A.C.:Texcoco, México, 2004. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/612/61222315.pdf>> Acesso em 02/07/2020.

ALCÁZAR, R.; REYMOND, M.; SCHMITZ, G.; MEAUX, J. Genetic and evolutionary perspectives on the interplay between plant immunity and development. **Current Opinion in Plant Biology.** v. 14, p. 378–384, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.pbi.2011.04.001>> Acesso em 04/07/2020.

VLOT, A. C.; DEMPSEY, M. A.; KLESSIG, D. F. Salicylic Acid, a Multifaceted Hormone to Combat Disease. **Annu. Rev. Phytopathol.** v. 47, p. 177-206, 2009. Disponível em: <10.1146/annurev.phyto.050908.135202> Acesso em 04/07/2020.

ZENG, W.; MELOTTO, M.; HE, S. Y. Plant stomata: a checkpoint of host immunity and pathogen virulence. **Current Opinion in Biotechnology.** v. 21, p. 599–603, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cobio.2010.05.006>> Acesso em 05/07/2020.

MACKEY, D; McFALL, A. J. MAMPs and MIMPs: Proposed Classifications for Inducers of Innate Immunity. **Molecular microbiology.** v. 61, n. 6, p. 1365-1371, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1365-2958.2006.05311.x>> Acesso em 06/07/2020.

FAULKNER, C.; ROBATZEK, S. Plants and pathogens: putting infection strategies and defence mechanisms on the map. **Current Opinion in Plant Biology.** V.15, P.699–707, 2012. Disponível <<https://doi.org/10.1016/j.pbi.2012.08.009>> Acesso em 09/07/2020.

FRAGOSO, R.R.; LOURENÇO, I.T.; VIANA, A.A.B.; SOUZA, D.S.L.; ANDRADE, R.V.; MEHTA, A.; BRASILEIRO, A.C.M.; PINTO, E.R.C.; LIMA, L.M.; ROCHA, T.L.; SA, M.F.G. **Interação molecular planta-nematóide.** Documentos 198, Embrapa Cerrados: Planaltina/DF, 2007.

WILLIAMSON, V.M.; GLEASON, C.A. Plant–nematode interactions. **Current Opinion in Plant Biology.** v.6, p.1–7, 2003. Disponível em: <[http://arquivo.ufv.br/DBV/PGFVG/BVE684/htms/pdfs\\_revisao/estresse/Plant\\_nematode%20interactions.pdf](http://arquivo.ufv.br/DBV/PGFVG/BVE684/htms/pdfs_revisao/estresse/Plant_nematode%20interactions.pdf)> Acesso em 09/07/2020.

OLIVEIRA, K.C.L.; ARAÚJO, D.V.; MENESES, A.C.; MOREIRA E SILVA, J.; TAVARES, R.L.C. Biological management of *Pratylenchus brachyurus* in soybean crops. **Revista Caatinga**, v.32 n.1, Mossoró, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n105rc>> Acesso em 07/08/2020.

KUBICEK, C.P.; STARR, T.L.; GLASS, N.L. Plant Cell Wall–Degrading Enzymes and Their Secretion in Plant-Pathogenic Fungi. **Annu. Rev. Phytopathol.** v.52, p.427–51, 2014. Disponível em: <10.1146/annurev-phyto-102313-045831> Acesso em 07/08/2020.

ALTENBACH, D.; ROBATZEK, S. Pattern Recognition Receptors: From the Cell Surface to Intracellular Dynamics. **MPMI**, V. 20, N. 9, 2007, p. 1031–1039. Disponível em: <10.1094/MPMI -20-9-1031> Acesso em 07/08/2020.

# ESTRATÉGIAS DE MANEJO O AUMENTO DA PRODUTIVIDADE DA SOJA NA REGIÃO CENTRAL DO RS

*Data de submissão: 04/07/2023*

*Data de aceite: 01/08/2023*

### **Bruno Luan da Rosa Machado**

Universidade Federal de Santa Maria  
Campus Cachoeira do Sul  
Cachoeira do Sul – Rio Grande do Sul  
<https://orcid.org/0000-0002-3068-0479>

### **Zanandra Boff de Oliveira**

Universidade Federal de Santa Maria  
Campus Cachoeira do Sul  
Cachoeira do Sul – Rio Grande do Sul  
<https://orcid.org/0000-0003-3422-8452>

### **Alberto Eduardo Knies**

Universidade Estadual do Rio Grande do  
Sul Unidade Cachoeira do Sul  
Cachoeira do Sul – Rio Grande do Sul  
<https://orcid.org/0000-0003-4895-8624>

### **Eduardo Leonel Bottega**

Universidade Federal de Santa Maria  
Campus Cachoeira do Sul  
Cachoeira do Sul – Rio Grande do Sul  
<https://orcid.org/0000-0003-4035-6880>

### **Ezequiel Saretta**

Universidade Federal de Santa Maria  
Campus Cachoeira do Sul  
Cachoeira do Sul – Rio Grande do Sul  
<https://orcid.org/0000-0002-3893-3813>

contribuam para o aumento da produtividade da soja são relevantes diante do atual cenário do agronegócio brasileiro em que está cultura destaca-se como a principal cultura anual de primavera-verão. Com esse estudo, objetivou-se avaliar a produtividade de três cultivares de soja, cultivadas em duas densidades de semeadura, nos regimes hídricos irrigado e sequeiro, para o ano agrícola 2021/22 em Cachoeira do Sul – RS. O experimento foi realizado a campo, na Estação Agronômica Uergs, em solo bem drenado. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso no esquema fatorial (3x2x2), com quatro repetições. Sendo o fator A as cultivares: i) BMX Raio IPRO, ii) BMX Zeus IPRO e iii) BMX Garra IPRO; o fator B as densidade de semeadura: i) 14 plantas m<sup>-1</sup> linear (311.100 plantas ha<sup>-1</sup>) ii) 20 plantas m<sup>-1</sup> linear (444.400 plantas ha<sup>-1</sup>) e o fator C os regimes hídricos: i) com irrigação suplementar ii) sem irrigação (sequeiro). O espaçamento entrelinhas de cultivo foi de 45 cm. A irrigação suplementar foi realizada para a partir do balanço hídrico da cultura por um sistema de aspersão. No regime hídrico irrigado as cultivares Zeus e Raio foram as mais produtivas (média de 5344,7 kg ha<sup>-1</sup>) com a densidade de semeadura de 20 plantas m<sup>-1</sup> e no regime

**RESUMO:** Estratégias de manejo que

hídrico de sequeiro as cultivares Zeus e Garra foram as mais produtivas (média de 2927,3 kg ha<sup>-1</sup>), sem influência da densidade de semeadura. A irrigação suplementar proporcionou um incremento médio de produtividade para as duas densidades de semeadura de 198% (cultivar Raio), 72 % (cultivar Garra) e de 51 % (cultivar Zeus).

**PALAVRAS-CHAVE:** Densidade de semeadura, *Glycine max*, Irrigação.

## MANAGEMENT STRATEGIES THE INCREASE IN SOYBEAN PRODUCTIVITY IN THE CENTRAL REGION OF RS

**ABSTRACT:** Management strategies that contribute to increasing soybean productivity are relevant in view of the current scenario of Brazilian agribusiness in which this crop stands out as the main annual spring-summer crop. The objective of this study was to evaluate the productivity of three soybean cultivars, cultivated at two sowing densities, in irrigated and dryland water regimes, for the 2021/22 agricultural year in Cachoeira do Sul - RS. The experiment was carried out in the field, at the Uergs Agronomic Station, in well-drained soil. The experimental design used was randomized blocks in a factorial scheme (3x2x2), with four replications. Being factor A the cultivars: i) BMX Raio IPRO, ii) BMX Zeus IPRO and iii) BMX Garra IPRO; factor B sowing density: i) 14 plants m<sup>-1</sup> linear (311,100 plants ha<sup>-1</sup>) ii) 20 plants m<sup>-1</sup> linear (444,400 plants ha<sup>-1</sup>) and the factor C water regimes: i) with supplementary irrigation ii) without irrigation (rainfed). The row spacing was 45 cm. Supplementary irrigation was performed based on the water balance of the crop using a sprinkler system. In the irrigated water regime, the Zeus and Raio cultivars were the most productive (average of 5344.7 kg ha<sup>-1</sup>) with a sowing density of 20 plants m<sup>-1</sup> and in the rainfed water regime, the Zeus and Garra cultivars were the most productive (average of 2927.3 kg ha<sup>-1</sup>), without influence of sowing density. Supplementary irrigation provided an average yield increase for the two sowing densities of 198 % (Raio cultivar), 72 % (Garra cultivar) and 51 % (Zeus cultivar).

**KEYWORDS:** Seeding density, *Glycine max*, Irrigation.

## INTRODUÇÃO

No cenário agrícola com o avanço tecnológico e sistemas de produção evoluídos aliados à sua alta rentabilidade e diversas aplicações da cultura da soja, ela se tornou uma das commodities mais cultivada no mundo. Segundo a USDA (2023), na safra de 2021/2022 a produção mundial da oleaginosa foi de 358.140 milhões de toneladas com uma área plantada com cerca de 131.07 milhões de hectares. O Rio Grande do Sul é o terceiro estado mais produtor do país com 9.727 milhões de toneladas, sendo uma área cultivada de 6.358 milhões de hectares (EMBRAPA 2023). O município de Cachoeira do Sul, onde foi realizado este estudo, apresentou uma produção na safra de 21/22 de 341.998 toneladas de soja em 105.800 hectares cultivadas (IBGE 2023).

A produção de soja é uma das atividades econômicas que mais têm apresentado crescimento significativo nas últimas décadas que pode ser atribuído a vários fatores, incluindo: desenvolvimento e estruturação de um mercado internacional relacionado

a comercialização de produtos do complexo agroindustrial da soja; a consolidação oleaginosa como importante fonte de proteína vegetal, principalmente para atender as crescentes demandas do setor produtivo produtos de origem animal; a geração e entrega de tecnologias que permitiu a expansão da exploração da soja para diferentes regiões do país mundo (EMBRAPA, 2014). Segundo Cagnin (2022), embora as grandes conquistas no âmbito econômico e tecnológico, a cultura da soja ainda enfrenta muitos desafios, com destaque fatores climáticos.

A produtividade agrícola sempre está sujeita a ação de adversidades climáticas, tais como, temperaturas elevadas ou baixas, pouca luminosidade e excesso ou falta de chuvas, onde a escassez de chuva é o fator mais limitante para a produção de soja (FIOREZE et al., 2011). São comuns perdas anuais em produtividade devido à falta de chuva durante o ciclo da cultura, principalmente na região Sul do Brasil (SILVA, 2013). Nas áreas não irrigadas no Rio Grande do Sul, a variabilidade das chuvas tem sido apontada como a principal causa das oscilações de rendimento na produtividade de grãos (BERGAMASCHI et al., 2004). Para soja atingir bons resultados de produtividade a disponibilidade de água é um dos fatores mais importantes. Portanto, dependendo das condições climáticas do local, são necessários entre 450 e 800 mm de água no solo durante o ciclo fenológico da oleaginosa (DOORENBOS; KASSAN, 1994). De acordo com Oliveira et al. (2021), a produtividade da soja pode ter ganhos médios de aproximadamente 37% com a irrigação suplementar, chegando a um rendimento de 6757,5 kg ha<sup>-1</sup> na região de Cachoeira do Sul - RS.

Almejando a alta produtividade, é importante destacar a interação entre ambiente de produção, planta e manejo. As práticas de manejo afetam diretamente o rendimento da soja, dentre elas a época de semeadura, a escolha da cultivar com seu respectivo grupo de maturidade relativa (GMR), espaçamentos e densidades de semeadura (MAUAD et al, 2010). O GMR da soja, compreende-se como a duração do ciclo de desenvolvimento, portanto, o número de dias que a cultura leva para chegar à sua maturação fisiológica (ALLIPRANDINI et al., 2009). Isso é definido pela resposta ao fotoperíodo e temperatura, o nível de sensibilidade depende da cultivar, sendo assim, as cultivares de soja são classificados em relação ao seu ciclo e quanto maior o GMR maior é o ciclo e vice-versa.

É necessário coincidir densidade de semeadura e duração do ciclo de desenvolvimento (KANTOLIC et al., 2013). Também, a densidade de semeadura é um dos principais fatores que provocam a quebra de produtividade (TAGLIAPIETRA et al 2021). Tendo em vista, a interação entre densidade de semeadura, cultivar e disponibilidade hídrica, com esse estudo, objetivou-se avaliar a produtividade de três cultivares de soja cultivadas em duas densidades de semeadura (311.10 e 444.40 plantas ha<sup>-1</sup>), nos regimes hídricos (irrigado e sequeiro) para o ano agrícola 2021/22 em Cachoeira do Sul – RS.

## METODOLOGIA

O experimento foi realizado a campo, durante o ano agrícola 2021/22, utilizando a cultura da soja (*Glycine max*) na Estação Agronômica da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), localizada no distrito de Três Vendas no município de Cachoeira do Sul (29°53' S e 53° 00' W, altitude de 125 m), na depressão central do estado. O clima, segundo Köppen, é definido como subtropical úmido (Cfa), predominante na região Sul. O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho distrófico típico (EMBRAPA, 2013).

O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos ao acaso no esquema fatorial (3x2x2), com quatro repetições. Sendo o fator A constituído pelas cultivares utilizadas: i) BMX Raio IPRO (Raio), ii) BMX Zeus IPRO (Zeus) e iii) BMX Garra IPRO (Garra); o fator B pelas densidade de sementeira: i) 311.10 plantas ha<sup>-1</sup>(14plantas m<sup>-1</sup> linear ) ii) 444.40 plantas ha<sup>-1</sup> (20 plantas m<sup>-1</sup> linear) e o fator C pelos regimes hídricos: i) com irrigação suplementar ii) sem irrigação (sequeiro). O espaçamento entrelinhas de cultivo foi de 45 cm. Os GMR das cultivares são de 5.0, 5.5 e 6.3 respectivamente, para as cultivares Raio, Zeus e Garra.

A sementeira foi realizada no dia 29 de novembro utilizando um conjunto trator (Massey Ferguson MF4275) – semeadora (Massey Ferguson MF 407, 7 linhas), com o sistema de plantio direto sobre a cultura do trigo. O manejo da cultura e os devidos tratamentos seguiram as recomendações agronômicas adequadas para a cultura da soja.

O sistema de irrigação foi de aspersão convencional (aspersores do modelo Agropolo NY 25), instalados com espaçamento de 12x12 m, operando a uma taxa de 12 mm h<sup>-1</sup>. A estrutura de irrigação constou de uma moto bomba de 7 cv, tubulação principal com diâmetro de 75 mm e tubulação secundária de 50 mm.

O manejo de irrigação foi realizado a partir do balanço hídrico da cultura para manter o armazenamento de água no solo com uma fração de esgotamento próximo de 40% da capacidade de água disponível (CAD). Sendo a CAD de 101, 04 mm na profundidade de exploração do sistema radicular da soja de 0 a 60 cm, pois, a umidade volumétrica da capacidade de campo (CC) é de 0,3184 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup> e ponto de murcha permanente (PMP) é de 0,15 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup> no perfil do solo.

O cálculo de balanço hídrico considerou como entrada as chuvas e as irrigações suplementares de água no sistema, porém, quando a lâmina de água da chuva superou a capacidade de água disponível real para a cultura, o valor excedente foi considerado como perda por escoamento superficial e percolação no perfil do solo. A saída de água do sistema é a evapotranspiração da cultura (ETc), baseada na metodologia proposta por Allen et al. (1998). A evapotranspiração de referência (ETo), utilizada para calcular a ETc, através dos dados meteorológicos obtidos por uma estação meteorológica automática localizada no Campus da UFSM em Cachoeira do Sul próxima ao local do experimento. Desta mesma

estação serão apresentados dados de temperatura e radiação solar observados ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura.

O ajuste do valor de  $K_c$  (simples), utilizado para o cálculo da  $ET_c$ , foi realizado conforme Allen et al. (1998), utilizando fração de cobertura do dossel ( $F_c$ ) como indicativo da inflexão da curva do  $K_c$ . Para o valor de  $F_c$  foi utilizado um aplicativo (Canopeo), desenvolvido pela Universidade de Oklahoma, USA. O valor de  $F_c$  é dado pelo aplicativo através de uma análise que ele faz de imagens da cultura, fornecidas pelo usuário. As imagens utilizadas foram coletadas a 1,5 m de altura em relação ao nível do solo. Realizaram-se também avaliações fenológicas para o acompanhamento do ciclo de desenvolvimento da cultura.

Para a aferição do balanço hídrico, o monitoramento da CAD foi realizado a partir do primeiro decêndio de janeiro, quando foi possível operacionalizar o sistema. A CAD obtida (Figura 1), denominada CAD atual (umidade volumétrica observada - umidade volumétrica no PMP) foi determinada por meio da umidade volumétrica do solo obtida utilizando um conjunto FDR (Reflectometria no domínio de frequência, Campbell Scientific), constituído por sensores cujas hastes possuem 30 cm, sendo estes instalados em pares em duas profundidades: de 0 - 30 cm e de 30 - 60 cm de profundidade no perfil do solo, um em área irrigada e outro em área não irrigada.

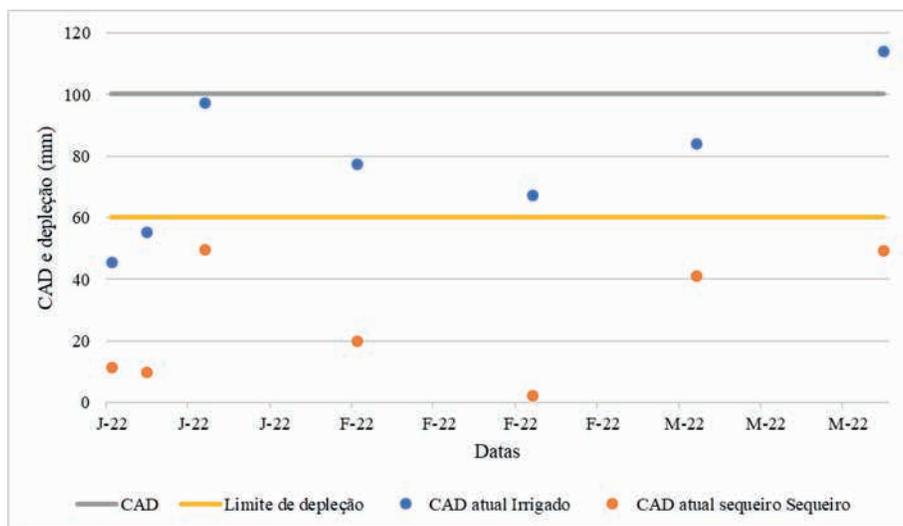


Figura 1 - Armazenamento de água no solo (CAD), limite de esgotamento e CAD atual na área irrigada e não irrigada.

A colheita das plantas foi realizada de forma manual na região central de cada parcela experimental (4 m<sup>2</sup>) e, conseqüentemente, foi feita a contagem das plantas, além da trilha, limpeza, determinação de umidade dos grãos e pesagem. O peso obtido foi corrigido para uma umidade de 13% e extrapolado para um hectare (kg ha<sup>-1</sup>) desta mesma

amostra obteve-se o peso de mil grãos (PMG) a partir de 4 repetições de 100 grãos. Ainda, para definir os componentes de rendimento, foram colhidas oito plantas por parcela, as quais foram processadas manualmente, se analisando o número de vagens por planta e o número de grãos por vagem. As cultivares Raio (irrigada e sequeiro) e Zeus (irrigada) foram colhidas no dia 14/04/2022, as cultivares Zeus (sequeiro) e Garra (irrigada e sequeiro) no dia 27/04/2022.

As variáveis repostas obtidas foram submetidas à análise do software Sisvar, sendo elas: vagem por planta, grãos por viagem e peso de mil grãos (g) e produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Esses dados foram submetidos à análise da variância pelo teste F e análise complementar do teste “Tukey” (tratamentos qualitativos) em nível de 5% de probabilidade de erro.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 2 apresenta o balanço hídrico da cultura da soja irrigada. Percebe-se a distribuição irregular e baixas quantidades de chuvas durante todo o ciclo da cultura, evidenciando o período de estabelecimento da cultura (entre 30/11 e 14/12) e a floração (entre 11 e 25/jan), que são períodos críticos ao déficit hídrico.

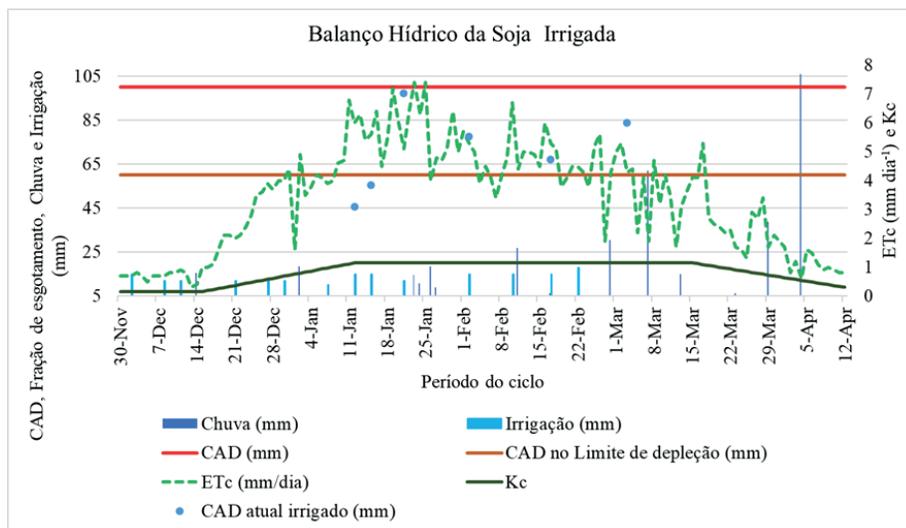


Figura 2 - Parâmetros do balanço hídrico da cultura da soja irrigada no ano agrícola 2021/22.

A distribuição irregular e baixas quantidade das chuvas podem influenciar diretamente nos componentes de rendimento da cultura, pois na fase de estabelecimento reduz o estante de plantas e, na fase de floração impacta no número de vagens plantas<sup>-1</sup>. Sendo assim, para manter a capacidade de água no solo em níveis desejados, foram realizadas 14 irrigações suplementares, conforme demonstra a Figura 3. A quantidade e

frequência de chuvas aumentou no final de fevereiro e início de março, período em que as plantas estavam na fase de enchimento de grãos, tendo uma contribuição assim, para a recuperação parcial na produtividade da soja de sequeiro (aumento no PMG). A irrigação suplementar na cultura da soja pode aumentar significativamente a sua produtividade e estabilizar a produção agrícola, especialmente durante anos de escassez hídrica no Rio Grande do Sul (MONTROYA et al., 2017). Segundo Couto (2003), a produtividade da agricultura irrigada pode chegar a 2,4 vezes superior que a agricultura de sequeiro. Durante a safra 2021/2022 houve a presença da La Niña, pelo segundo ano consecutivo, trazendo períodos de estiagem e déficit hídrico ao Rio Grande do Sul (IRGA, 2022).

Outros fatores ambientais importantes para a cultura da soja, são a temperatura e a radiação solar (Figura 3). Observa-se que a temperatura ultrapassou muitas vezes o valor de 30°C tido como referência para um bom desenvolvimento da cultura da soja, sendo assim, a temperatura ideal é entre 20 e 30°C para a germinação, estabelecimento e desenvolvimento da cultura, onde temperaturas superiores ou inferiores afetam significativamente esses parâmetros. A radiação global passa a decrescer a partir de janeiro, sendo uma característica climática da região de estudo (Latitude de 30° S). De acordo com Zanon et al. (2018) com a adequação da época de semeadura, é possível ajustar o período crítico da cultura (reprodutivo) ao período de maior radiação solar disponível e, assim, aumentar o potencial de produtividade. Assim, a semeadura na data realizada (30/11) contribui para a maximização desta variável ambiental.

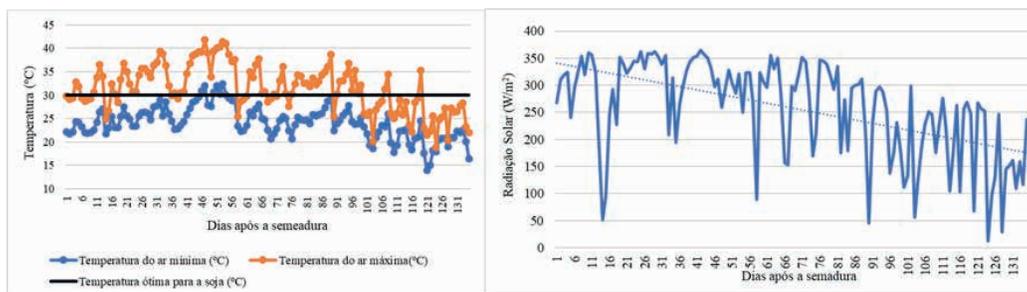


Figura 3 - Temperatura e radiação solar global para o período de condução do experimento.

Os fatores de estudo: densidade de semeadura, regime hídrico e as cultivares escolhidas, promoveram diferenças significativas nas variáveis repostas, conforme demonstra a Tabela 1. Sendo que, apenas para o número de grãos vagem<sup>-1</sup> não houve interação entre os fatores e as diferenças são entre as cultivares sem impactos da densidade de semeadura e regime hídrico. O valor médio de grãos vagem<sup>-1</sup> foi de 1,8, 2,3 e 2,2 para as cultivares Raio, Zeus e Garra, respectivamente. Conforme Mundstock; Thomas (2005), grãos por vagem é um componente de rendimento que está associado principalmente à genética de cada cultivar.

Valor do F calculado				
Fonte de Variação	Vagem planta <sup>-1</sup>	Grão vagem <sup>-1</sup>	PMG	Produtividade
A	43,01*	36,14*	31,89*	12,6*
B	96,71*	3,59 <sup>ns</sup>	62,05*	181,65*
C	10,55*	0,31 <sup>ns</sup>	4,62*	0,84 <sup>ns</sup>
AxB	16,58*	0,27 <sup>ns</sup>	3,48*	10,7*
AXC	3,69*	1,89 <sup>ns</sup>	7,86*	0,29 <sup>ns</sup>
BXC	7,41*	0,16 <sup>ns</sup>	9,57*	0,08*
AXBXC	0,01 <sup>ns</sup>	2,79 <sup>ns</sup>	15,19*	0,14 <sup>ns</sup>
Repetição	1,20 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	1,08 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>
CV (%)	25,4	13,07	4,57	16,23

Em que: A: cultivar; B: irrigação; C: densidade de sementeira; PMG = peso de mil grãos; CV = coeficiente de variação; \* significativo e <sup>ns</sup> não significativo pelo teste “F” em nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 1 - Resumo da análise da variância (valor do F calculado) para as variáveis respostas.

Na Tabela 2, o desdobramento dos fatores analisados para vagens por plantas mostra que a cultivar Zeus na densidade de sementeira de 20 plantas m<sup>-1</sup> foi a que apresentou o maior número de vagens planta<sup>-1</sup>.

Vagem planta <sup>-1</sup>				
		Densidade de sementeira		
		14 pl/m	20 pl/m	
Cultivar				
Raio		26,3	bB*	38,1
Zeus		45,4	aB	52,8
Garra		29,3	bA	28,6
		Regime hídrico		
	Cultivar	Irrigado	Sequeiro	
	Raio	49,0	aA	16,3
	Zeus	56,5	aA	42,1
	Garra	32,8	bA	24,3
		Regime hídrico		
	Dens. Sem	Irrigado	Sequeiro	
	14 pl/m	40,4	bA	26,9
	20 pl/m	51,8	aA	27,9

\*Em que: letras minúsculas comparam as cultivares para uma mesma densidade de sementeira ou mesmo regime hídrico e letras maiúsculas comparam a densidade de sementeira ou o regime hídrico para uma mesma cultivar.

Tabela 2 - Desdobramento da interação para vagem planta<sup>-1</sup>.

Houve um incremento significativo em neste componente de rendimento (Tabela

2) com a irrigação para todas as cultivares, sendo este maior para as cultivares mais precoces Raio e Zeus, que por apresentarem ciclo mais curto chegaram em estágio de floração no período de elevada temperatura e poucas chuvas floração (entre 11 e 25/jan) (Figuras 2 e 3). No regime hídrico irrigado, há um acréscimo no número de vagem por planta quando aumentou a densidade de sementeira de 14 para 20 plantas m<sup>-1</sup>. Sendo assim, corroborando com Petter et al. (2016.) onde as densidades maiores proporcionam os melhores resultados em relação a produtividade de grãos na cultura da soja.

O PMG (Figura 4) apresentou o valor mais elevado de 267,6 g para a cultivar Zeus no regime hídrico de sequeiro e na maior densidade de sementeira avaliada (Figura 4 A). Peixoto et al. (2000) observou um aumento para essa variável em função do aumento a densidade de sementeira corroborando com os resultados obtidos (Figura 4 C).

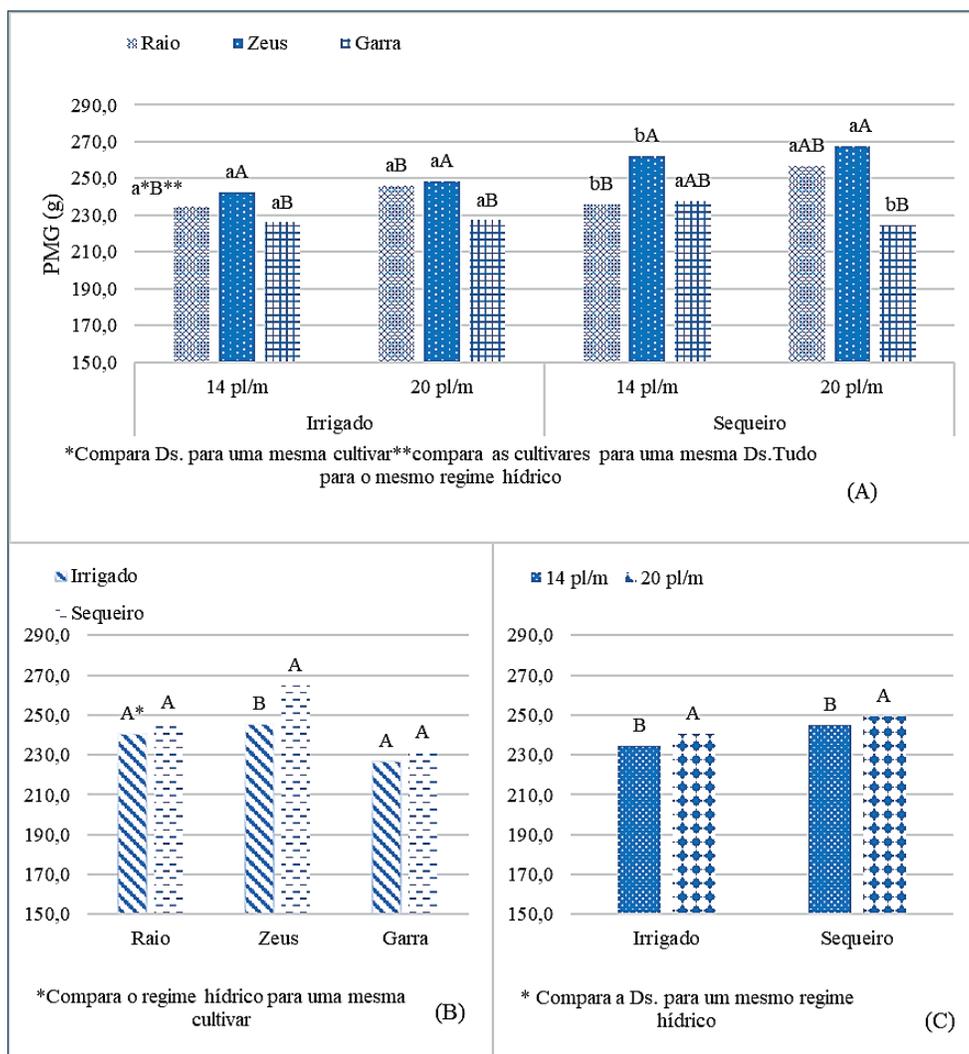


Figura 4- Desdobramento da interação para o PMG.

Este aumento do PMG no regime hídrico de sequeiro observado para a cultivar Zeus (Figura 4 B) não era esperado. Atribui-se, possivelmente, ao fato que em o agravamento do déficit hídrico no sequeiro ter ocasionado retenção foliar nas plantas e este distúrbio fisiológico pode ter favorecido a produção de fotoassimilados ainda no final do ciclo e com o retorno das chuvas (Figura 3) pode ter contribuído para um aumento no PMG, principalmente para a cultivar Zeus. Na Figura 5, observa-se o desdobramento da interação para a produtividade.

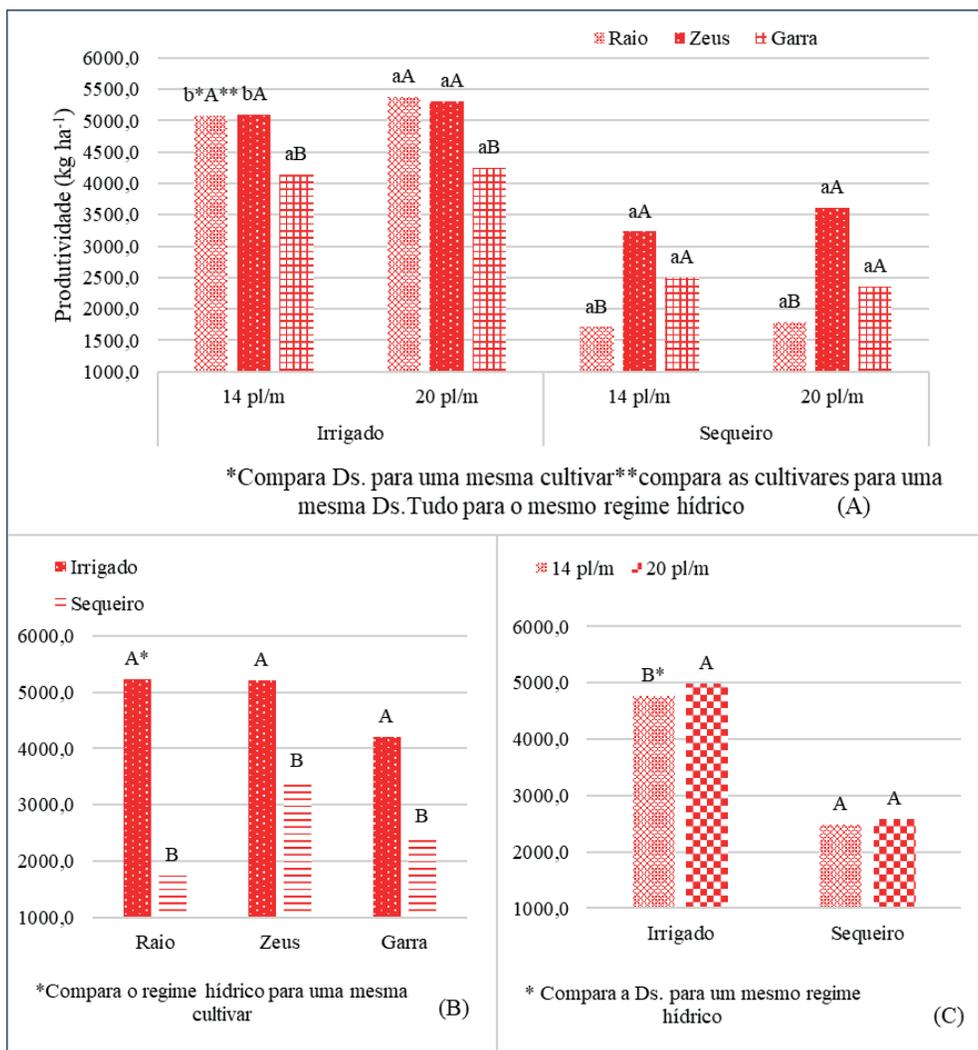


Figura 5- Desdobramento da interação para a produtividade.

Os melhores resultados de produtividade foram obtidos para as cultivares Zeus e Raio no regime hídrico irrigado com a densidade de semeadura de 20 plantas m<sup>-1</sup> (Figura

5 A). Segundo Ramos Junior et al. (2020), as cultivares de soja apresentam variações em seus componentes produtivos e na produtividade, em função do aumento na densidade de plantas gerando um acréscimo na produtividade. Enquanto, no regime hídrico de sequeiro, as cultivares mais produtivas foram a Zeus e Garra sem influência da densidade de sementeira (Figura 5 a). O incremento médio de produtividade foi de 198 % (cultivar Raio), 72 % (cultivar Garra) e de 51 % (cultivar Zeus) (Figura 5 b) a mais com a irrigação.

## CONCLUSÕES

A irrigação suplementar proporcionou um incremento médio de produtividade para as duas densidades de sementeira (14 e 20 plantas m<sup>-1</sup>) de 198 % (cultivar Raio), 72 % (cultivar Garra) e de 51 % (cultivar Zeus). No regime hídrico irrigado as cultivares Zeus e Raio foram as mais produtivas (média de 5344,7 kg ha<sup>-1</sup>) com a densidade de sementeira de 20 plantas m<sup>-1</sup> e no regime hídrico de sequeiro as cultivares Zeus e Garra foram as mais produtivas (média de 2927,3 kg ha<sup>-1</sup>) sem influência da densidade de sementeira.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, R.G. et al. Crop Evapotranspiration. Guidelines for Computing Crop Water Requirements. **FAO Irrigation and Drainage Paper 56**, FAO, Rome, Italy, 300 pp, 1998.
- ALLIPRANDINI, L. F.; ABATTI, C.; BERTAGNOLLI, P. F.; CAVASSIM, J. E.; GABE, H. L.; KUREK, A.; MATSUMOTO, M. N.; OLIVEIRA, M. A. R. de; PITOL, C.; PRADO, L. C.; STECKLING, C. Understanding soybean maturity groups in brazil: environment, cultivar classification and stability. **Crop Science**, Madison, v.49, mai-jun, p.801-808, 2009.
- BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, A. G.; BERGONCI, J. I.; BIANCHI, C. A. M.; MÜLLER, A. G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.9, p.831-839, 2004.
- BERLATO, M.A.; FONTANA, D.C. **El Niño e La Niña: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações de previsões climáticas na agricultura**. Porto Alegre: UFRGS, 110p, 2003.
- CAGNIN, P. R. et al. **O Mercado da Soja. Monografia submetida à apreciação de Banca Examinadora do Departamento de Economia**. Disponível em: <[https://repositorio.pucsp.br/bitstream/handle/27734/1/Pedro%20Roberto%20Cagnin\\_Pedro%20Roberto%20Cagnin.pdf](https://repositorio.pucsp.br/bitstream/handle/27734/1/Pedro%20Roberto%20Cagnin_Pedro%20Roberto%20Cagnin.pdf)> Acesso em: 10 de abr. 2023.
- COUTO, L. **Como iniciar e conduzir um sistema produção agrícola sob irrigação**. Apostila de Minicurso, CONIRD, 2003, 23p.
- CRUZ, S. C. S.; SENA-JUNIOR, D. G.; SANTOS, D. M. A.; LUNEZZO, L. O.;
- MACHADO, C. G. Cultivo de soja sob diferentes densidades de sementeira e arranjos espaciais. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 3, n. 1, p. 1–6, jan./mar.2016.

DOOREMBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efectos del agua em rendimento de los cultivos**. Campina Grande: UFPB, 1994. (FAO), Estudos de irrigação e drenagem, 33p).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

EMBRAPA SOJA. 2022. **Embrapa, soja em números (safra 2021/22)**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>> Acesso em: 10 de abr. 2023.

EMBRAPA SOJA 2014. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/990000/1/Oagronegociodasojanoscontextosmundialebrasileiro.pdf>> Acesso em: 10 de abr. 2023.

FIOREZE, S. L. et al. Comportamento de genótipos de soja submetidos a déficit hídrico intenso em casa de vegetação. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n.3, p. 342-349, maio/jun.2011.

KANTOLIC, A.G., et al. Seed number responses to extended photoperiod and shading during reproductive stages in indeterminate soybean. **European Journal Agronomy**. 51:91–100, Nov. 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1161030113001019>>. DOI: 0.1016/j.eja.2013.07.006.

MAUAD, M.; SILVA, T.L.B.; ALMEIDA NETO, A.I.; ABREU, V.G. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Revista Agrarian, Dourados-MS**, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2010.

MONTOYA, F. C.; PINTOS, F.; OTERO, A. Effects of irrigation regime on the growth and yield of irrigated soybean in temperate humid climatic conditions. **Agricultural Water Management**, Elsevier, v.193, p.30–45, 2017.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Soja: Fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. 2005. 31 p. Engraf. Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2005.

OLIVEIRA, Z.B.; KNIES, A. E.; BOTTEGA, E. L.; SILVA, C.M.; GOMES, J. I. T. Influence of supplementary irrigation on the productivity of soybean cultivars for the 2018-19 and 2019-20 harvest in the central region of RS. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, p. 15580-15595, 2021.

PEIXOTO, C.P.; CÂMARA, G.M.S.; MARTINS, M.C.; MARCHIORI, L.F.S.; GUERZONI, R.A.; MATTIAZZI, P. **Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimentos de grãos**. Piracicaba: **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 89 - 96, 2000.

PETTER, F.A.; SILVA, J.A.; ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F.R.; PACHECO, L.P.; ALMEIDA F.A. (2016). Elevada densidade de semeadura aumenta a produtividade da soja? Respostas da radiação fotossinteticamente ativa. **Bragantia**, 75(2), 173–183p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola. Cidades. **Cachoeira do Sul - Safra 21/22**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/cachoeira-do-sul/pesquisa/14/10193>> Acesso em: 10 de abr. 2023.

INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ 2022. **Cenário da estiagem está se agravando.**

Disponível em: <https://irga.rs.gov.br/cenario-da-estiagem-esta-se-agravando-dia-apos-dia>. Acesso em: 26 de abr. 2023.

RAMOS JUNIOR, E. U.; RAMOS, E. M.; BULHÕES, C. C. Densidade de plantas nos componentes produtivos e produtividade de cultivares de soja. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 51–56, 2020.

TAGLIAPIETRA, E. L. et al. Biophysical and management factors causing yield gap in soybean in the subtropics of Brazil. **Agronomy Journal**, v. 113, n. 2, p. 1882-1894, 2021.

USDA - United States Department of Agriculture. **World Agricultural Production**, Circular Series WAP 3-23, March 2023. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2023.

ZANON, A.J.; SILVA, M.R.; TAGLIAPIETRA, E.L.; CERA, J.C.; BEXAIRA, K.P.; RICHTER, G.L.; DUARTE, A.J.; ROCHA, T.S.M.; WEBER, P.S.; STRECK, N.A. **Ecofisiologia da soja - Visando altas produtividades**. 1. ed. Santa Maria: Palloti/SM, 2018.

# IMPACTOS AMBIENTAIS ORIUNDOS DO DESCARTE INCORRETO DA VINHAÇA

*Data de aceite: 01/08/2023*

### **João Henrique Spinelli**

Curso Superior de Tecnologia em  
Agronegócio  
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga  
– Taquaritinga – São Paulo – Brasil  
<https://orcid.org/0000-0001-6644-0568>

### **Gilberto Aparecido Rodrigues**

Curso Superior de Tecnologia em  
Agronegócio  
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga  
– Taquaritinga – São Paulo – Brasil  
<https://orcid.org/0000-0001-9532-120X>

### **Kátia Cristina Galatti**

Curso Superior de Tecnologia em  
Agronegócio  
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga  
– Taquaritinga – São Paulo – Brasil  
<https://orcid.org/0000-0002-6555-2370>

### **Vanessa Amaro Vieira**

Curso Superior de Tecnologia em  
Agronegócio  
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga  
– Taquaritinga – São Paulo – Brasil  
<https://orcid.org/0000-0003-0454-5713>

### **Isabel Cristina Rodrigues Cestari**

Curso Superior de Tecnologia Gestão de  
Negócios e Inovação  
Faculdade de Tecnologia de Ribeirão  
Preto  
– Taquaritinga – São Paulo – Brasil  
<https://orcid.org/0000-0002-0777-5314>

### **Jakeline Campos do Amorim**

Curso Superior de Tecnologia em  
Biocombustíveis  
Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal  
– Jaboticabal – São Paulo – Brasil  
<https://orcid.org/0000-0003-3753-1000>

### **Uanderson Mendes da Silva**

Fundação de Ensino Pesquisa e Extensão  
Faculdade de Ciências Agrárias e  
Veterinárias de Jaboticabal  
– Jaboticabal – São Paulo – Brasil  
<https://orcid.org/0000-0002-0147-4107>

**RESUMO:** A cana-de-açúcar é uma cultura de grande expressão no Brasil, com destaque aos seus produtos como o açúcar e o etanol. A vinhaça é um subproduto dessa cultura, a qual é produzida em grande volume e se descartada de forma incorreta impacta negativamente o meio ambiente. Dentro desse contexto, o objetivo deste estudo é mostrar os problemas ambientais oriundos do descarte incorreto da vinhaça e como estes podem ser solucionados. Como metodologia foi utilizada Revisão de Literatura. Os resultados encontrados mostraram que o descarte ainda continua a ser realizado de forma errada no solo, e em

alguns rios, o que acaba por ocasionar grandes impactos ao meio ambiente, indo em desacordo com as leis normatizadoras de seu aproveitamento e descarte. A fertirrigação da cultura da cana-de-açúcar é permitida desde que atenda as normas Norma Técnica P4.231(jan-2005) e a Normativa COPAM nº 164 (30/03/2011). A nova tecnologia de aproveitamento da vinhaça para a produção de biogás é uma alternativa plausível para o aproveitamento e descarte deste resíduo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Setor Sucroenergético. Resíduo agroindustrial. Resíduo sucroalcooleiro. Vinhoto

## ENVIRONMENTAL IMPACTS ARISING FROM INCORRECT DISPOSAL OF VINHAÇA

**ABSTRACT:** Sugarcane is a highly valued crop in Brazil, particularly for its derivatives such as sugar and ethanol. Vinasse is a by-product of this crop, which is produced in large quantities and, if it is not properly disposed, has a negative impact on the environment. Within this context, the objective of this study is to show the environmental problems arising from the incorrect disposal of vinasse and how they can be solved. The methodology used is a bibliographic review. The results found show that disposal still continues to be carried out incorrectly in the soil, and in some rivers, up causing major impacts to the environment and going against the normative laws of its use and disposal. Fertirrigation of sugarcane crops is allowed provided that it meets the norms Technical Standard P4.231 (Jan-2005) and COPAM Regulation No. 164 (03/30/2011). The new technology used to produce biogas from vinasse is a suitable alternative to the use and disposal of the residues.

**KEYWORDS:** Sugarcane Sector. Agroindustrial waste. Sugar and alcohol waste. Vinasse

## 1 | INTRODUÇÃO

Em 1975 o Brasil cria através do decreto nº 76.593 o Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL) cuja finalidade era intensificar a produção do álcool para substituir a gasolina. O álcool deveria ser proveniente da cana-de-açúcar, da mandioca ou de qualquer outro insumo (BRASIL, 1975).

Araújo e Oliveira (2016) descrevem que a substituição da gasolina pelo etanol, trouxe um crescimento maior para o setor sucroalcooleiro. Além dos menores custos desse combustível, os impactos ambientais trazidos pelo uso do mesmo são bem menores, o que desperta o interesse dos consumidores.

Zait (2019) descreve que a vinhaça é um dos resíduos do etanol e que devido ao seu alto volume produzido passou a ganhar a preocupação sobre o seu destino, uma vez que a vinhaça, é um material orgânico constituído de potássio, cálcio e magnésio. Devido ao seu alto volume, a vinhaça passou a ser usada no processo de fertirrigação usada como fertilizante nas plantações de cana-de-açúcar.

A vinhaça é produzida em grande volume, e que seu descarte feito de forma incorreta ao meio ambiente pode causar grandes impactos, tanto a flora como a fauna. Embora seja usada na fertirrigação, o volume excessivo da vinhaça não consegue ser absorvido pelo solo em sua totalidade o que causa grandes problemas ambientais (OLIVEIRA; ARAÚJO,

2016).

O objetivo deste estudo é mostrar os impactos ambientais oriundos do descarte incorreto da vinhaça e possíveis alternativas para solucionar tais problemas, pois de nada adianta ter um combustível sustentável, se para a produção deste os impactos ambientais continuam.

## 2 | PRODUÇÃO E DESCARTE DA VINHAÇA

### 2.1 Produção da vinhaça

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de cana-de-açúcar, nas safras dos anos de 2020 e 2021 a produção foi de 654,5 milhões de toneladas, dos quais 41,2 milhões de toneladas de açúcar e 29,7 bilhões de litros de etanol. Só em São Paulo, a produção foi de 54,1% da quantidade produzida, dos quais 48,4% foi de etanol (14,3 bilhões de litros) e 63,2% do açúcar (26,0 milhões de toneladas) (CONAB, 2021).

Silva (2017) ressalta que a produção de vinhaça é proporcional a produção de etanol, e descreve que são produzidos cerca de 16 litros de vinhaça para a produção de 1 litro de etanol. O autor descreve que a vinhaça tem variações de sua composição segundo a forma de preparo do mostro, do processo de fermentação alcoólica, tipo de levedura, destilação e preparação da flegma.

A figura 1 mostra o processo de obtenção da vinhaça, na geração dos subprodutos do etanol.

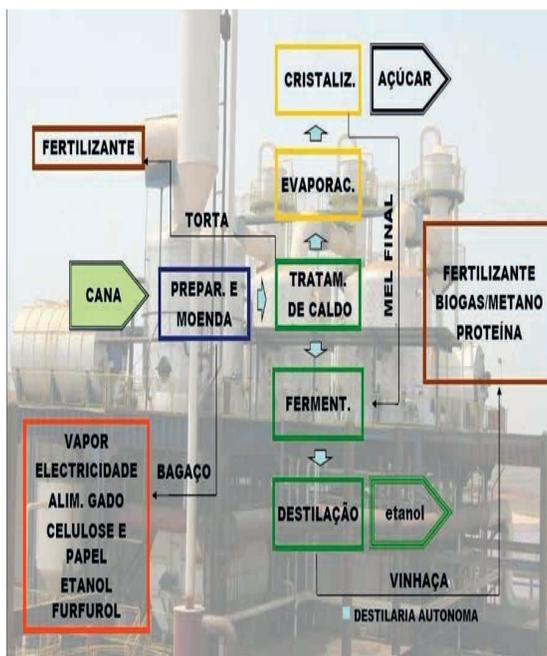


Figura 1: Processo de obtenção da vinhaça

Fonte: SEBRAE (2009)

Sobre a composição da vinhaça, a mesma é um composto ácido, inicialmente de coloração parda, e que se torna escura devido a oxidação resultado do processo de fermentação, esse composto tem um odor forte (SILVA *et al.*, 2014; PEDRO-ESCHER *et al.*, 2016; CORREIA *et al.*, 2017).

Freire e Cortez (2017) explicam que a vinhaça é considerada um efluente das destilarias e que tem alto poder poluente, cem vezes o equivalente ao esgoto doméstico, fator oriundo da sua riqueza em matéria orgânica, baixo pH, alta corrosividade e altos índices de demanda química de oxigênio (DQO) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO), além de elevada temperatura ao sair dos destiladores, o que ocasiona nocividade a fauna e a flora.

A vinhaça é um efluente composto de 93% de água e 7% de sólidos. Do total dos sólidos 75% são constituídos matéria orgânica, formada por ácidos, com graduação alcoólica não superior a 0,03°GL (ARAÚJO; OLIVEIRA, 2016). Nesse aspecto, Lima *et al.* (2016) explicam que se a produção de etanol tem um volume considerável, é preciso pensar que o volume da vinhaça é um tanto maior, fator de grande preocupação uma vez que esse efluente precisa ser descartado.

## 2.2 Descarte da vinhaça

Segundo Silva (2017) o grande volume de vinhaça e a necessidade do descarte desse subproduto trouxe grande preocupação e estratégias sobre o seu destino começaram a ser pensadas. Surge então a ideia do processo de fertirrigação, no qual a vinhaça é usada como fertilizante nas plantações de cana-de-açúcar, tendo como função o adubamento e irrigação, aumentando a produtividade. Dentro desse contexto a fertirrigação foi a alternativa mais viável para o descarte menos impactante da vinhaça ao meio ambiente.

Rebelato *et al.* (2019) descreve que no Brasil a maior parte da vinhaça produzida é destinada a cultura da cana-de-açúcar como forma de aproveitamento desse subproduto. A vinhaça acaba por satisfazer as necessidades de nutrientes da cana-de-açúcar uma vez que é constituída de potássio (K) além do fósforo (P) e do nitrogênio (N), numa ordem de menor importância. A fertirrigação também atende as demandas de água da cultura uma vez que o processo da safra acontece paralelamente ao processo de estiagem.

Lima (2013) aponta que o uso da vinhaça para a fertirrigação nas lavouras de cana-de-açúcar é bastante lucrativa, pois a utilização desse efluente apresenta economia no que tange a compra de fertilizantes.

Previtali (2011) explica que o descarte da vinhaça nas lavouras de cana-de-açúcar precisa seguir alguns critérios, como forma de conhecimento acerca da quantidade de nutrientes depositados no solo, uma vez que excesso e falta podem prejudicar a produtividade da planta.

A vinhaça quando descartada de forma errada pode impactar de forma negativa o

meio ambiente, contaminando de forma significativa os ecossistemas, fator ocasionado, pois a vinhaça pode ter ainda em sua composição açúcares e etanol (LIMA, 2013).

### 2.3 O descarte da Vinhaça e os Impactos Ambientais

De acordo com a Agência Nacional das Águas (ANA) (2017) o processo da cadeia produtiva da cana-de-açúcar tem muitas etapas e se estas não forem realizadas dentro dos padrões necessários, podem provocar impactos ambientais de grandes proporções especialmente associados ao solo e a água.

Piacente (2005), assim como Machado e Silva (2010), explicam que a agroindústria sucroenergética, embora tenha grande destaque especialmente no setor econômico, tem sido palco de discussões acerca dos impactos ambientais negativos oriundos de seus processos. Vale destacar os impactos nas bacias hidrográficas em que cada usina faz parte, principalmente naquelas com menor disponibilidade de água, com destaque nas áreas onde a irrigação do canavial é necessária.

Rebelato *et al.* (2019) afirma que a produção sucroenergética tem alta capacidade de contaminação dos mananciais, média no solo e pequena na atmosfera. Bem como, a atentar nas resoluções deles que exigem complexidade devido a grandes diversidades na natureza química e física, além dos efeitos nocivos que eles podem ter dependendo do seu destino.

Fernandes Filho e Araújo (2017) descrevem que até a década de 70 (período onde a produção intensa de etanol ainda não acontecia de forma considerável) os volumes de vinhaça tinham seus descartes feitos em mananciais superficiais. Esse descarte acabava impactando a autorregulação e autorreprodução dos ecossistemas.

Para Moraes (2015) a vinhaça é riquíssima em matéria orgânica (variando de 20.000 a 35.000 mg/L) e tem pH ácido, na faixa de 5 a 5,5. Além disso, é o mais relevante resíduo, devido ao grande volume gerado. Para a produção de um litro de etanol, é gerado por volta de 13 litros de vinhaça, essa quantidade depende da tecnologia que é empregada nas usinas ou destilarias.

Esse resíduo apresenta alta concentração de nutrientes, principalmente potássio (K), e de matéria orgânica, a legislação brasileira determina aplicação de vinhaça no solo com base na quantidade de potássio, todavia desvale a matéria orgânica e as emissões de gases de efeitos estufa (BARROS, *et al.* 2010).

Segundo Moraes *et al.* (2015) o descarte excessivo da vinhaça no solo, aumenta a salinização, a lixiviação de metais, bem como emissões de gases de efeito estufa e contaminação de águas subterrâneas. Os autores descrevem que em casos da vinhaça gerada de etanol de segunda geração os casos se tornam mais complexos, uma vez que não há legislação para o descarte desse subproduto e o mesmo não pode ser utilizado como fertilizante nas lavouras de cana-de-açúcar.

### 3 | METODOLOGIA

A pesquisa traz uma revisão de literatura, a qual de acordo com Galvão e Ricarte (2012) é utilizada para a realização da análise dos trabalhos publicados que oferecem uma investigação na literatura.

A motivação desse estudo está relacionada a importância da realização dos processos de produção sem que haja impacto negativo ao meio ambiente e o descarte incorreto da vinhaça vai de encontro a essa realidade.

A coleta de dados foi realizada entre julho e agosto de 2022. A Revisão de Literatura foi realizada por meio da consulta no Google Acadêmico e em sites específicos do governo como CONAB, ÚNICA e ANA. Foram consultados artigos e monografias.

### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante do exposto na literatura, fica claro que o descarte da vinhaça de forma incorreta pode trazer muitos prejuízos ao meio ambiente. A cana de açúcar produz diversos subprodutos os quais em sua maioria traem problemas atmosféricos, para a água e solo.

Fernandes Filho e Araújo (2017) descrevem que a necessidade de reduzir os impactos ambientais fez com estudos fossem realizados no que diz respeito ao descarte correto da vinhaça ou sua melhor utilização como forma de reduzir o volume, que é um dos fatores que causa a contaminação em solos e mananciais.

A figura 2 mostra a proporção do prejuízo do descarte da vinhaça às águas, à atmosfera e ao solo.

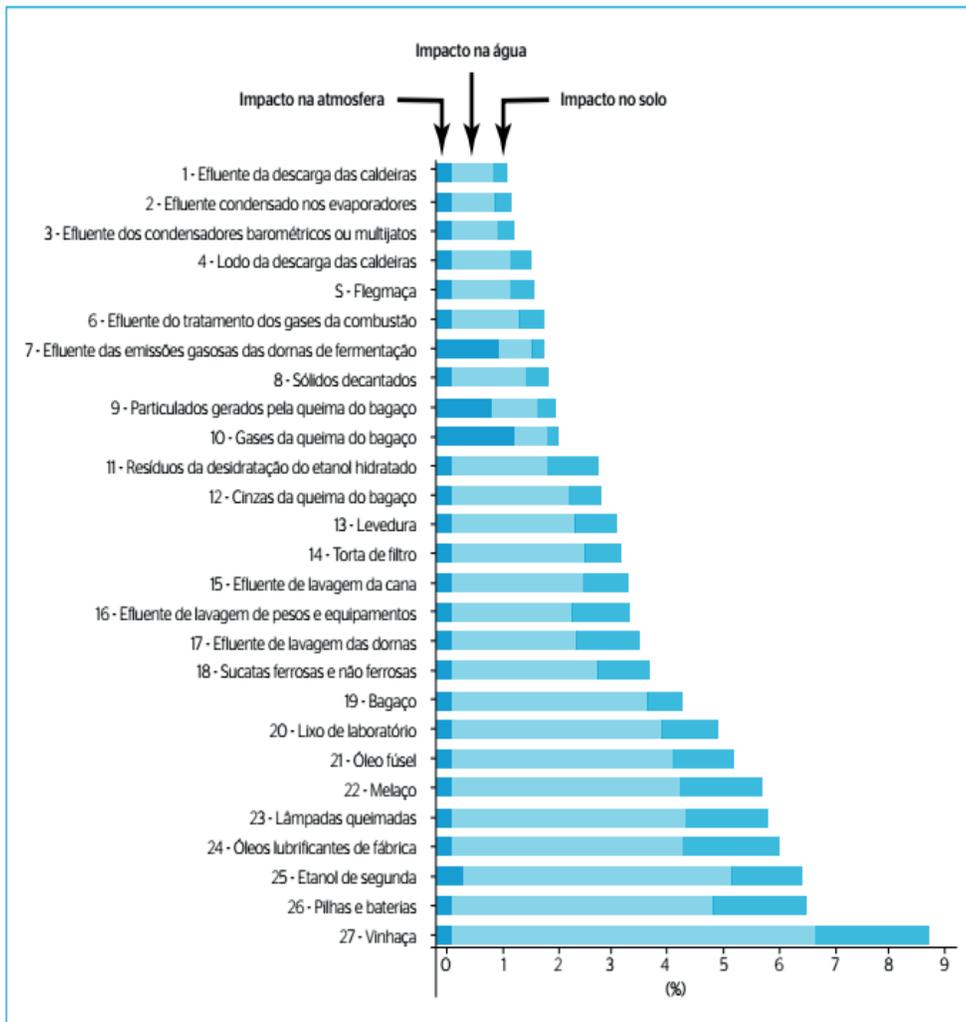


Figura 2: Contaminação ambiental

Fonte: Rebelato *et al.* (2019)

Analisando a figura 2 fica claro o impacto negativo da vinhaça em relação a outros materiais de considerável nocividade.

A concentração da vinhaça consiste na retirada de água desse efluente, sem que sejam perdidos os sólidos. A concentração da vinhaça pode ser nova fonte de água para indústria sucroenergética, além de diminuir o volume a ser transportado para o campo, o que traz menos impacto hídrico contra poluição e redução nos custos de fertilização.

Em 2015 o Brasil assumiu o compromisso voluntário na COP21 para reduzir em 43% suas emissões de gases de efeito estufa, e essa meta deve ser atingida até 2030. Dentro dessa realidade a produção de etanol tende a aumentar e deve dobrar até 2030

passando dos 27 bilhões de litros para cerca de 50 bilhões de litros anuais. Diante desse contexto fica claro que a produção de vinhaça também crescerá e em números muitos maiores (ÚNICA, 2019).

Freire e Cortez (2017) descrevem que a partir da concentração da vinhaça é possível obter o metano, sendo possível a produção do biogás para a geração de energia elétrica ou térmica e ainda pode ser feito o reaproveitamento da água contida na vinhaça in natura.

A Resolução nº 482 confirmada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) em 2012, permitiu a geração de energia pelo consumidor a partir de alternativas renováveis. A normativa facilitou a viabilização do biogás. Sendo assim é possível perceber que a vinhaça pode ter outro destino que não a fertirrigação.

Pinto et al. (1999) descrevem que a busca por novos destinos para a utilização da vinhaça, acarretou a descoberta da geração do biogás, o qual é oriundo da digestão anaeróbia em reatores de alto desempenho. Além do biogás, a queima da vinhaça pode ocasionar a transformação do gás produzido em eletricidade e gás natural.

Rodrigues et al. (2012) explicam que o biogás é constituído de metano e dióxido de carbono, onde a incidência do metano varia entre 40 a 75% da composição total, o que faz com que o biogás produzido pela vinhaça da cana-de-açúcar tenha um importante potencial energético, visto que segundo os autores a qualidade do gás tem relação direta com a concentração de metano.

Embora de forma tímida a energia produzida por meio do biogás passou a ser inserida no cenário brasileiro, e mesmo que os números ainda sejam pequenos, a capacidade tem crescido de forma considerável. Em 2016 o Brasil alcançou 120 MW de capacidade sobre a instalação de geração elétrica proveniente do biogás, valor considerável e seis vezes maior do que os dados de 2007. Vale ressaltar que 95% desses valores estão relacionados as plantas que usam resíduos sólidos urbanos (RSU)(BNDES, 2018).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cana de açúcar desde sua vinda para o Brasil, sempre teve destaque econômico, seja pela sua aceitação nas terras Brasileiras, pelos seus produtos e pelo número de empregos que gera.

Devido ao etanol e sua grande procura pelo custo e pela redução dos impactos ambientais pelo seu uso, o setor sucroalcooleiro cresceu de forma considerável e assim como em todos os setores o excesso de produção trouxe impactos ambientais.

O grande volume de vinhaça produzido a partir do etanol trouxe preocupações iniciais do que fazer com esse subproduto. Surge então a ideia do processo de fertirrigação, mas o excesso de volume de descarte, ainda trazia grandes impactos ambientais, especialmente ao solo, que não tinha capacidade de absorver esse volume excessivo de efluente.

Visto os impactos ambientais da fertirrigação, surge a alternativa de concentração

da vinhaça, da qual pode ser extraído o biogás, além de muitas utilidades como visto acima. É preciso, portanto, que o setor sucroalcooleiro invista mais no que tange ao destino final da vinhaça, respeitando sempre a necessidade de trazer sustentabilidade ao processo produtivo, de forma a proteger o meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Manual de conservação e reúso da água na agroindústria sucroenergética**. Brasília: Agência Nacional das Águas – FIESPÚNICACTC, 2017. Disponível em: Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/ambiente/downloads/publicaguab.pdf> . Acesso em: 13 set. 2022.

ARAUJO, G. J. F.; OLIVEIRA, S. V. W. B. Vinhaça - conceito, desafios e oportunidades: uma revisão bibliográfica. In: XXIII SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Gestão de Operações em Serviços e seus Impactos Sociais, Bauru, SP, p. 1-14, 2016.

BARROS, R. P. de; VIÉGAS, P. R. A.; SILVA, T. L. da; SOUZA, R. M. de; BARBOSA, L.; VIÉGAS, R. A.; BARRETO, M. C. de V.; MELO, A. S. de. Alterações em atributos químicos de solo cultivado com cana-de-açúcar e adição de vinhaça. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 40, n. 3, p. 341-346, jul./set. 2010.

BRASIL. **Decreto nº 76.593, de 14 de Novembro de 1975**. Institui o Programa Nacional do Álcool e dá outras Providências. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-76593-14-novembro-1975-425253-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 20 set. 2022.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - **Série Histórica das Safras**. Brasília: 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>. Acesso em: 20 ago. 2022.

CORREIA, J. E.; CHRISTOFOLETTI, C. A.; ANSOAR-RODRÍGUEZ, Y.; GUEDES, T. A.; FONTANETTI, C. S. Comet assay and micronucleus tests on *Oreochromis niloticus* (Perciforme: Cichlidae) exposed to raw sugarcane vinasse and to physicochemical treated vinasse by pH adjustment with lime (CaO). **Chemosphere**, v. 173, p. 494-501, 2017.

FERNANDES FILHO, F. E.; ARAÚJO, G. J. F. de. Normativos federais e estaduais reguladores da destinação da vinhaça no Brasil: uma proposta de nova abordagem. **RACEF – Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace**. v. 7, n. 3, p. 146-160, 2016. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-que-e-etanol,ac3d438af1c92410VgnVCM100000b272010aRCRD> . Acesso em: 03 set. 2022.

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. **Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação**. 2012. Disponível em: <https://sites.usp.br/dms/wp-content/uploads/sites/575/2019/12/Revis%C3%A3o-Sistem%C3%A1tica-de-Literatura.pdf>. Acesso em: 5 set. 2022.

LIMA, F. de A.; DOS SANTOS JUNIOR, A. C.; MARTINS, L. C.; SARROUH, B.; ZANETTI LOFRANO, R. C. Revisão sobre a toxicidade e impactos ambientais relacionados à vinhaça, efluente da indústria sucroalcooleira. **Cadernos UniFOA**, Volta Redonda, v. 11, n. 32, p. 27–34, 2016. DOI: 10.47385/cadunifoa.v11.n32.465. Disponível em: <https://revistas.unifoa.edu.br/cadernos/article/view/465>. Acesso em: 13 set. 2022.

MORAES, B. S.; ZAIAT, M.; BONOMI, A. Anaerobic digestion of vinasse from sugarcane ethanol production in Brazil: Challenges and perspectives. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 44, p. 888–903, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032115000337>. Acesso em: 20 set. 2022.

PEDRO-ESCHER, J.; CHRISTOFOLETTI, C.A.; ANSOAR-RODRÍGUEZ, Y.; FONTANETTI, C.S. Sugarcane vinasse, a residue of ethanol industry: toxic, cytotoxic and genotoxic potential using the *Allium cepa* test. **Journal of Environmental Protection**, v.7, p.602-612, 2016. Disponível em: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=65339>. Acesso em: 2 mar. 22 set. 2022.

PIACENTE, F. J. **Agroindústria canavieira e o sistema de gestão ambiental**: o caso das usinas localizadas nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí. 2005. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/zeus/auth.php?back=http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/docume nt/?code=vtls000386200&go=x&code=x&unit=x>. Acesso em: 22 set. 2022.

PINTO, C. P. **Tecnologia da digestão anaeróbia da vinhaça e desenvolvimento sustentável**. [sn], 1999. Citado na página 14.

PREVITALI, N.R. **Uso de vinhaça para fertirrigação**. Araçatuba, 2011

REBELATO, M. G.; MADALENA, L. L.; RODRIGUEZ, A. M. Análise do desempenho ambiental das usinas sucroenergéticas localizadas na Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu. Artigo Técnico. **Eng. Sanit. Ambient.**, v. 21, n. 3, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522016126712>. Acesso em: 10 set. 2022.

RODRIGUES, A.; SANTOS, R. F.; AVACI, A. B.; ROSA, E. A.; CHAVES, L. I.; GASPARIN, E. Estimativa do Potencial de Geração de Energia Elétrica a Partir da Vinhaça. **Acta Iguazu**, v.1, n.2, p. 80-93. Cascavel, 2012. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/download/7040/5192/25367>. Acesso em: 10 set. 2022.

SEBRAE. **O que é etanol?** 2016. Disponível em: <http://www.datamaq.org.br/sebrae/Article.aspx?entid=dcabc09b-2433-de11-a973-0003ffd062a1>. Acesso em: 20 set. 2022.

SILVA, R. O. da. **Estratégias para mitigação de impactos econômico e ambiental gerados pela vinhaça em destilarias de etanol**. 2017. 122 f. Tese (doutorado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Maringá, 2017, Maringá, PR. Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/6162>. Acesso em: 20 set. 2022.

SILVA, A. P. M.; BONO, J. A. M.; PEREIRA, F. A. R. Aplicação de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar: Efeito no solo e na produtividade de colmos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 38-43, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/YSZnrzRVh39DRYz4KmpWSFg/?lang=pt>. Acesso em: 20 set. 2022.

ÚNICA. União da Indústria de Cana-de-açúcar. **Vinhaça: biofertilizante e energia sustentável**. 2019. Disponível em: <https://unica.com.br/noticias/vinhaca-biofertilizante-e-energia-sustentavel/>. Acesso em: 12 set. 2022.

ZAIT, M. **Vinhaça para gerar energia**. Revista da Fapesp. n. 238, 2015. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/vinhaca-para-gerar-energia/>. Acesso em: 22 set. 2022.

# AValiação DA ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL ATUANTES NOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO HORTÍCOLA NO MUNICÍPIO DE BOTUCATU

*Data de aceite: 01/08/2023*

### **Leonardo França da Silva**

Universidade de Federal Viçosa  
Viçosa – Minas Gerais (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0002-9710-8100>

### **Márcio Gonçalves Campos**

Botucatu – São Paulo (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0003-2719-9972>

### **Marcos Antônio Pereira da Fonseca Maltez**

Universidade Federal Rio Grande do Sul  
Porto Alegre – Rio Grande do Sul  
<https://orcid.org/0000-0003-0941-8051>

### **Victor Crespo de Oliveira**

Universidade Estadual Paulista – UNESP  
Botucatu – São Paulo (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0003-2719-9972>

### **Ana Carolina Chaves Dourado**

Universidade Federal de Viçosa-  
Viçosa – Minas Gerais (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0002-1106-1349>

### **Érika Manuela Gonçalves Lopes**

Universidade Federal de Minas Gerais  
Montes Claros – Minas Gerais (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0002-7518-8955>

### **Rodrigo Sebastião Machado de Freitas**

Universidade Federal de Viçosa  
Viçosa – Minas Gerais (Brasil)  
<https://orcid.org/0009-0005-0503-1505>

### **Kamila Cristina de Credo Assis**

Universidade de São Paulo  
Piracicaba – São Paulo (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0003-4016-2541>

### **Matheus Mendes Reis**

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais  
(IFNMG)  
Januária - Minas Gerais (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0003-2100-2438>

### **Fabiane de Fátima Maciel**

Universidade de Federal Viçosa  
Viçosa – Minas Gerais (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0002-7117-6965>

### **Irene Menegali**

Universidade Federal de Minas Gerais  
Montes Claros – Minas Gerais (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0001-5323-4693>

### **Ariadna Faria Vieira**

Universidade Estadual do Piauí  
Uruçuí- Piauí (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0002-1185-4269>

**RESUMO:** A Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) é um conjunto de serviços que visa fornecer apoio técnico, capacitação e orientação a produtores agrícolas. A ATER desempenha um papel

fundamental no fortalecimento da agricultura familiar, no combate à pobreza rural e na promoção do desenvolvimento rural. Além disso, é uma estratégia importante para promover a inclusão social, reduzir desigualdades e impulsionar a produção sustentável de alimentos. Neste sentido, objetivou-se com este estudo avaliar as ações técnicas pelas instituições, organizações, empresas e entidades que atuam na ATER pública e privada no Município Botucatu. Foi verificado que entidades de diferentes conformações (públicas e privadas), participam das atividades de ATER no município, entretanto os dados mostraram que existe baixo engajamento dos produtores nas atividades da ATER. Diante desse cenário, é importante compreender as razões subjacentes ao baixo engajamento dos produtores e buscar estratégias para superar esses obstáculos. É fundamental promover uma maior conscientização sobre a importância da ATER e seus benefícios, bem como facilitar o acesso às informações e serviços oferecidos pelas entidades de ATER.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agricultura familiar; desenvolvimento rural; Horticultura.

**ABSTRACT:** Technical Assistance and Rural Extension (ATER) is a set of services aimed at providing technical support, training and guidance to agricultural producers. ATER plays a key role in strengthening family farming, fighting rural poverty and promoting rural development. Furthermore, it is an important strategy to promote social inclusion, reduce inequalities and boost sustainable food production. In this sense, the objective of this study was to evaluate the technical actions by the institutions, organizations, companies and entities that work in the public and private ATER in the Municipality of Botucatu. It was verified that entities of different configurations (public and private) participate in ATER activities in the municipality, however the data showed that there is low engagement of producers in ATER activities. Given this scenario, it is important to understand the underlying reasons for the low engagement of producers and seek strategies to overcome these obstacles. It is essential to promote greater awareness about the importance of ATER and its benefits, as well as to facilitate access to information and services offered by ATER entities.

**KEYWORDS:** Family farming; rural development; Horticulture.

## 1 | INTRODUÇÃO

No Brasil a Assistência Técnica e Extensão (ATER) surgiu final dos anos 40, a implantação desta nova proposta dentro do meio rural, baseava-se na ideia de combater problemas diretamente ligados ao rural brasileiro visando melhorias nas condições de vida do produtor rural. Por muito tempo o modelo difusionista foi adotado, este promovia uma modernização do sistema de produção e do modo de vida dos agricultores.

Em 1948, devido relações mantidas entre o governo brasileiro e o norte americano, o serviço de extensão rural brasileiro passou a apresentar características similares ao do modelo norte-americano. Foi então que em 1956, por decreto presidencial, criou-se a Associação Brasileira de Crédito e Extensão Rural (ABCAR) (BERGAMASCO, 1993). Em 1975 a ABCAR foi convertida para Empresa Brasileira de ATER (EMBRATER) e durante a década de 80, houve uma crise institucional (TAVEIRA & OLIVEIRA, 2008). Ressalta-se que, EMBRATER participou de todo o esforço para adaptação do modelo difusionista de

tecnologia moderna, que propunha uma produção em maior escala comercial (DELGADO, 1985). Entretanto, o desafio era incorporar as questões sociais e ambientais dentro do contexto da Extensão Rural.

No ano de 2004, o governo federal aprovou uma nova Política Nacional de ATER (BRASIL, 2004). Esta fase estabeleceu diretrizes para a prática da ATER no país para a atuação na agricultura familiar, baseando-se nos princípios da agroecologia e apoiando-se em metodologias participativas (MEDEIROS & BORGES, 2007).

Uma rede de serviços foi organizada com a instituição da Política Nacional de ATER (PNATER), composta por organizações governamentais, não governamentais e privadas (SILVA, 2013). Este marco legal permitiu a expansão do financiamento público desses serviços de ATER no país e possibilitou direcioná-los aos agricultores familiares, assentados da reforma agrária e para populações tradicionais como indígenas, quilombolas e ribeirinhos (BRASIL, 2004).

Localizado no centro-oeste do estado de São Paulo, o município de Botucatu é reconhecido por ser um importante fornecedor de produtos orgânicos e de alguns sistemas de produção da horticultura paulista. Os principais sistemas de cultivos são ligados à olericultura, fruticultura, cultivo de plantas medicinais, cultivo de cogumelos comestíveis e cultivo de plantas alimentícias não convencionais. A agricultura familiar tem destacado espaço produtivo com estes cultivos vegetais e produção agrícola local expressiva.

Mediante as considerações o objetivo deste trabalho é de avaliar as ações técnicas pelas instituições, organizações, empresas e entidades que atuam na ATER pública e privada no Município Botucatu.

## **2 | MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 ÁREA DE ESTUDO**

Para realização deste trabalho delimitou-se aos agricultores familiares e não familiares do município de Botucatu. O município compreende 152.200 ha de área territorial e está localizado em importante território de agricultura familiar e reconhecido pólo de agricultura orgânica.

Segundo censo populacional feita em 2022 a população recenseada foi de 142.546 habitantes, dos quais 96% encontram-se em áreas urbanas e 4% na zona rural. A população rural de Botucatu é composta por cerca de 5.702 habitantes. No município de Botucatu estão cadastradas 1.133 propriedades rurais, conforme dados do último Levantamento de Unidades de Produção Agrícola - LUPA (CATI, 2018), sendo que 310 reconhecidos como agricultores familiares.

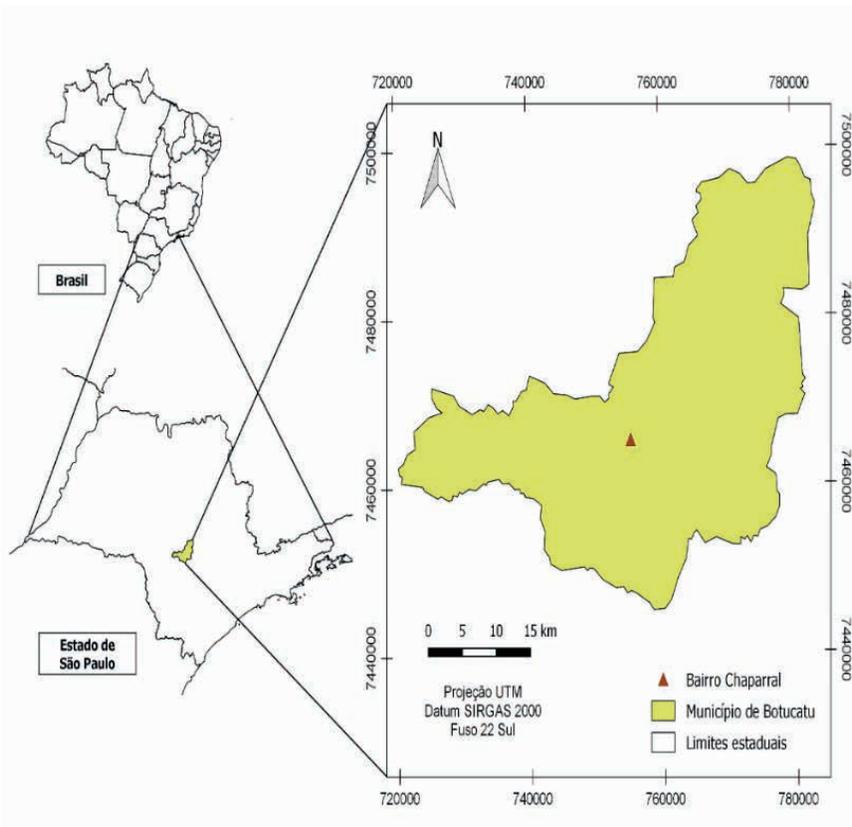


Figura 1 – Localização da área de estudo

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Conforme o Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável (CMDRS) e por Campos (2018), o território do município Botucatu é dividido em nove setores rurais compostos por 17 bairros (Figura 3): 1 – Vitoriana, Rio Bonito, Mina, Oiti; 2 – Pátio 8, Morro do Peru; 3 – Demétria, Alto Capivara; 4 – Colônia Santa Marina; 5 – Baixada Serrana, Piapara; 6 – Bairro dos Mouras, Araquá; 7 – Monte Alegre; 8 – Faxinal; 9 – Chaparral, Rubião Junior.

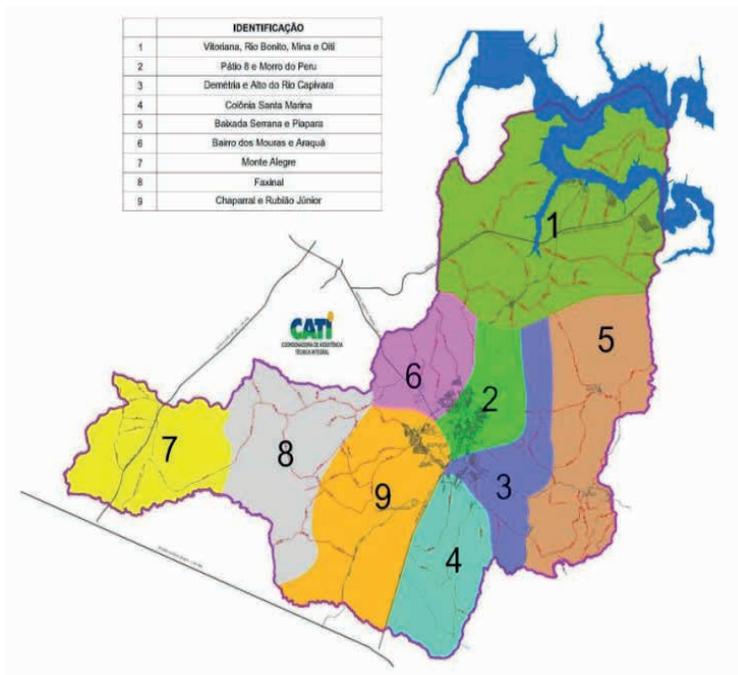


Figura 2 – Destaque para o Município e a identificação dos 9 Setores

Fonte: CMDRS, 2010; CAMPOS, 2018.

## 2.2 INSTRUMENTOS DE INVESTIGAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Para o alcance dos objetivos propostos por este trabalho foi utilizado o método exploratório de dados e a coleta de informações através de um levantamento inicial dos estabelecimentos agropecuários do município. Foram efetuadas entrevistas com o planejamento amostral de 89 agricultores familiares e não familiares que são reconhecidos produtores rurais ligados aos sistemas de produção da horticultura.

Todas as informações foram coletadas por meio da aplicação de questionário semiestruturado. O questionário da pesquisa foi elaborado com questões qualitativas e quantitativas buscando descrever e analisar dados sociais e econômicos dos horticultores. Posteriormente, foram realizadas entrevistas que tinham como objetivo avaliar as atividades técnicas promovidas pelas diferentes instituições, organizações, empresas e entidades que atuam na ATER pública e privada no município.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 HISTÓRICO E CARACTERIZAÇÃO DA ATER NO MUNICÍPIO

Em 1968 é criado o Escritório de Desenvolvimento Rural (EDR) de Botucatu

vinculado à Secretaria do Estado de Agricultura e Abastecimento (SAA) de São Paulo. Durante as décadas de 1990 a 2017 praticamente o governo estadual por meio da CATI/SAA realizou o atendimento técnico e o acompanhamento da ATER oficial na área rural de Botucatu. Destacam-se os programas do Levantamento de Unidade de Produção Agropecuária (LUPA) e Cadastro Ambiental Rural (CAR) com orientação técnica individual por demanda dos produtores rurais e coletiva no programa específico de Microbacias II de preservação ambiental.

Por meio dos resultados das entrevistas, como mostra a Figura 1, fica evidente que 60% dos produtores rurais pesquisados não receberam visitas técnicas ou acompanhamento técnico da ATER no ano de 2017. Este dado é preocupante, uma vez que mostra a ausência de atenção dos órgãos oficiais para a atividade hortícola, que apresenta tratos culturais intensivos e necessita de conhecimento agrônomo para ser um empreendimento sustentável. Por outro lado, apenas 40% receberam acompanhamento técnico da ATER, sendo este de cunho público ou privado.

Através dos resultados das entrevistas, conforme ilustrado na Figura 1, fica evidente que 60% dos produtores rurais pesquisados não receberam visitas técnicas ou acompanhamento técnico por parte da Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) no ano de 2017. Esses dados são preocupantes, pois indicam uma falta de atenção dos órgãos oficiais em relação à atividade hortícola, a qual requer cuidados culturais intensivos e depende do conhecimento agrônomo para ser desenvolvida de forma sustentável. Em contraste, apenas 40% dos produtores receberam acompanhamento técnico da ATER, tanto de origem pública quanto privada.

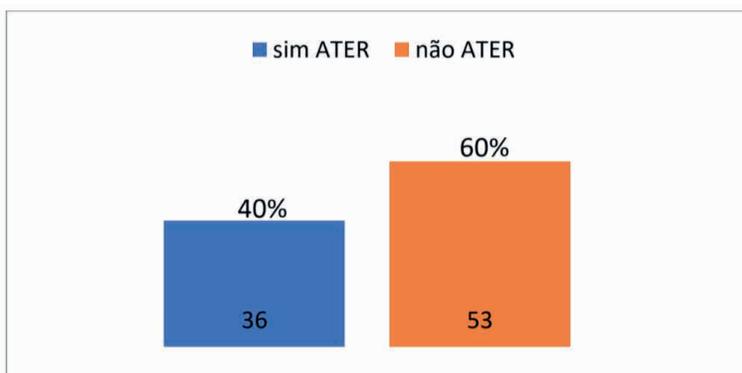


Figura 1– Relação da Presença de ATER no município de Botucatu- SP

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Essa disparidade é significativa e ressalta a necessidade de ampliar os esforços na promoção da ATER para os produtores rurais envolvidos na atividade hortícola. O

acompanhamento técnico é crucial para garantir a adoção de práticas adequadas de cultivo, manejo de pragas e doenças, uso eficiente dos recursos naturais, além de proporcionar orientações sobre aspectos de gestão e comercialização (SIMÕES, 2021).

É fundamental que os órgãos responsáveis pela ATER, tanto públicos quanto privados, intensifiquem suas ações para alcançar uma cobertura mais abrangente e garantir que todos os produtores rurais do município recebam a assistência técnica necessária. Isso contribuirá para o fortalecimento da atividade hortícola, fomentará a sustentabilidade agrícola e possibilitará melhores resultados econômicos e sociais para os produtores (MATTEI, 2014; SIMÕES, 2021).

Diante desse resultado, é recomendado que sejam desenvolvidas estratégias para aumentar a conscientização sobre a importância da ATER na atividade hortícola e facilitar o acesso dos produtores aos serviços de assistência técnica disponíveis. Além disso, é crucial promover parcerias entre as entidades envolvidas, visando uma atuação integrada e efetiva na prestação de serviços de ATER aos agricultores. Somente assim será possível superar os desafios identificados e proporcionar um suporte adequado para o desenvolvimento sustentável da atividade hortícola no município (SILVA, 2013; MATTEI, 2014).

A Figura 2 revela informações sobre a prestação de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) aos 36 produtores rurais familiares e não familiares entrevistados. Dos entrevistados, constatou-se que 40% recebem atendimento regular por meio da ATER pública estadual promovida pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI).

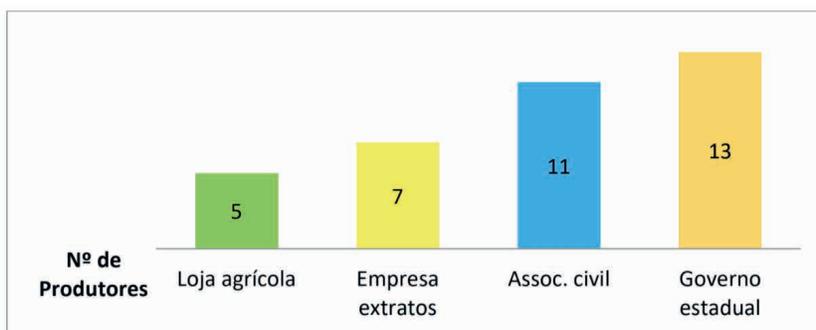


Figura 2 – Entidades realizadoras da ATER no município de Botucatu- SP

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Observa-se na Figura 2, que dos 36 produtores rurais familiares e não familiares, 40% são atendidos regularmente pela ATER pública estadual promovida pela CATI. Outras entidades executoras da PNATER (BRASIL, 2004) realizam atividades no município, destas 31% são executadas por organizações da sociedade civil com ou sem fins lucrativos (11 produtores rurais atendidos). Estas geralmente com foco na produção agroecológica ou

biodinâmica. Outra forma de assistência técnica presente no município foi realizada por empresa especializada, abrangendo 7 horticultores entrevistados (19%). Esta promovida por equipe técnica própria, gratuita e com foco na produção orgânica. Por fim, foi identificada uma modalidade de assistência técnica privada com atendimento à 5 produtores rurais, realizada por lojas de produtos agrícolas, utilizando a estratégia de revenda comercial de insumos e avaliação de pós-vendas.

Outras entidades executoras da Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (PNATER), estão envolvidas nas atividades de ATER no município (BRASIL, 2004). Entre essas entidades, 31% são organizações da sociedade civil com ou sem fins lucrativos, foram responsáveis por atender 11 produtores rurais. Essas organizações geralmente possuem enfoque na produção agroecológica ou biodinâmica.

Outra forma de assistência técnica presente no município é oferecida por empresa especializada, atendendo a um grupo de 7 horticultores entrevistados, o que corresponde a 19% do total. Essa empresa conta com uma equipe técnica própria, que presta serviços gratuitos e tem como foco a produção orgânica. Por fim, identificou-se uma modalidade de assistência técnica privada, fornecida por lojas de produtos agrícolas, que atendeu a 5 produtores rurais. Essa modalidade utiliza a estratégia de revenda comercial de insumos agrícolas, além de oferecer avaliação de pós-vendas.

Esses dados ilustram a diversidade de atores envolvidos na prestação de assistência técnica aos produtores rurais no município de Botucatu. Essa variedade, tanto no setor público quanto privado, reflete diferentes enfoques, incluindo aspectos agroecológicos, orgânicos e comerciais. A presença dessas diferentes formas de assistência técnica pode oferecer aos produtores rurais opções adequadas às suas necessidades e preferências, contribuindo para o fortalecimento da atividade agrícola local.

### **3.2 Ações promovidas pela ATER das diferentes entidades;**

Apesar da diversidade de instituições que oferecem assistência técnica e extensão rural no município, constatou-se que apenas 40% dos horticultores foram beneficiados por algum projeto ou ação dessas entidades. Essa baixa taxa de atendimento é preocupante, pois revela uma lacuna na oferta de informação técnica para solucionar problemas nas propriedades rurais, como evidenciado pela Figura 3, na qual 83% dos produtores rurais não participaram de cursos, oficinas ou dias de campo no ano de 2017.

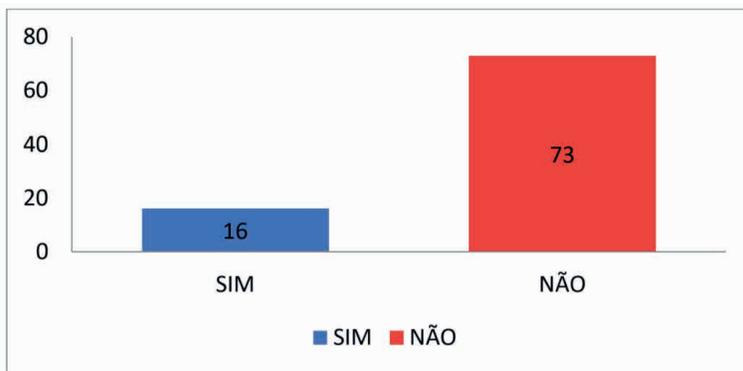


Figura 3 – Atividades de formação no município de Botucatu-SP

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022

Essa falta de oportunidades de capacitação técnica representa um desafio significativo para os produtores rurais, uma vez que a resolução efetiva de problemas e o aprimoramento das práticas agrícolas dependem do conhecimento adequado.

Por outro lado, é importante ressaltar que 16 horticultores (27%) conseguiram participar de atividades de formação técnica, como cursos, oficinas e dias de campo. No entanto, esse número ainda é significativamente baixo considerando o total de 40 produtores atendidos pela ATER. Esperava-se um maior engajamento por parte dos beneficiários.

Esses dados destacam a necessidade de fortalecer e expandir as iniciativas de capacitação técnica oferecidas pela ATER, visando aumentar a participação dos produtores rurais e promover um desenvolvimento mais abrangente e sustentável na agricultura local.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho permite evidenciar que a Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) desempenha papel crucial no desenvolvimento da agricultura familiar, no combate à pobreza rural e na promoção do desenvolvimento sustentável. No entanto, existem desafios significativos a serem superados.

Verificou-se que, no município de Botucatu, há diversidade de instituições, organizações, empresas e entidades que oferecem ATER tanto no âmbito público quanto privado. No entanto, os dados revelaram um baixo engajamento dos produtores rurais nas atividades de ATER. Isso pode ser observado pela ausência de visitas técnicas ou acompanhamento da ATER para a maioria dos produtores rurais pesquisados. Além disso, constatou-se que a participação dos produtores em cursos, oficinas e dias de campo também é baixa, o que reflete uma falta de oportunidades de formação técnica para resolver problemas e melhorar as práticas agrícolas nas propriedades rurais.

Tais resultados apontam para a necessidade de fortalecer e ampliar as ações de ATER no município, visando aumentar o engajamento dos produtores rurais. Neste sentido, destaca-se que é fundamental promover um maior acesso às atividades de formação

técnica, capacitando os agricultores com conhecimentos e habilidades necessários para impulsionar a produção sustentável de alimentos e superar os desafios enfrentados na agricultura.

Nesse contexto, é importante que as instituições, organizações, empresas e entidades envolvidas na ATER atuem de forma integrada, coordenando esforços e compartilhando boas práticas. Dessa forma, será possível obter resultados econômicos e sociais positivos, promovendo o desenvolvimento rural e reduzindo as desigualdades. A ATER, quando realizada de maneira efetiva, pode contribuir para o fortalecimento da agricultura familiar, proporcionar inclusão social, combater a pobreza rural e impulsionar a produção sustentável de alimentos.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. **Programa Nacional de Educação no campo (PRONACAMPO)**, Brasília. 2010.

CEPAGRI METEOROLOGIA UNICAMP. Clima dos Municípios Paulistas. Disponível em: <<https://www.cpa.unicamp.br/graficos>>. Acesso em: 09 jul. 2022.

BERGAMASCO, S. M. P. P. **Extensão Rural**. In: CORTEZ, L. A. B.; MAGALHAES, P. S.G. (Coords.). Introdução à engenharia agrícola. Campinas, SP: UNICAMP, 1993. p.353-364.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural**. Brasília, DF: SAF; Dater, 2004.

BRASIL. **Lei de Assistência Técnica e Extensão Rural**. Lei nº12.188/2010. Brasília: 2010.

DELGADO, GUILHERME C. **Capital financeiro e agricultura no Brasil, 1965-1985**. SP/Campinas: Ícone/Edunicamp, 1985.

HAIR, J. F. Jr. et al. **Análise multivariada de dados**. Joseph F. Hair. Jr...et al. Tradução Adonai Schlup Sant'Anna. – 6. Ed. – Porto Alegre: Bookman, 2009.

MATTEI, Lauro. O papel e a importância da agricultura familiar no desenvolvimento rural brasileiro contemporâneo. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 45, n. 5, p. 83-92, 2014.

MEDEIROS, J.; BORGES, D. **Participação cidadã no planejamento das ações da Emater-RN**. Revista de Administração Pública, v.41, n.1, p.63-81, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rap/v41n1/05.pdf>>. Acesso em: 7 mar. 2018. doi: 10.1590/s0034-76122007000100005.

SIMÕES, M. R. S. A Importância da Assistência Técnica e Extensão Rural a Produtores de Base Familiar. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 2, p. 1058-1076, 2021.

SILVA, R. P. **As especificidades da nova ATER para Agricultura Familiar**. Revista NERA. Presidente Prudente – SP. Ano 16. nº 23, p. 150-166. Julho-Dezembro, 2013.

TAVEIRA, L.; OLIVEIRA, J. **A extensão rural na perspectiva de agricultores assentados do Pontal do Paranapanema**. Revista de Economia e Sociologia Rural, v.46, n.1, p.9-30, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/resr/v46n1/a01v46n1.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2018. doi: 10.1590/s0103-20032008000100001.

# CONTROL BIOLÓGICO IN VITRO DE COLLETOTRICHUM GLOESPORIOIDES EN RELACIÓN CON EL MEDIO DE CULTIVO Y TEMPERATURA

Data de aceite: 01/08/2023

### Walter Flores-Bazauri

Laboratorio de Fitopatología. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo-Perú

### Lisi Cerna-Rebaza

Laboratorio de Biología. American School. Trujillo-Perú  
<https://orcid.org/0000-0001-7654-3464>

### Roger Veneros-Terrones

Laboratorio de Fitopatología. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo-Perú  
<https://orcid.org/0000-0002-9666-528X>

### César Mejía-Llontop

Laboratorio de Biotecnología. Universidad Nacional del Santa. Chimbote-Perú

### Luis Gonzales-Llontop

Laboratorio de Ciencias. Universidad Toribio Rodríguez de Mendoza. Chachapoyas-Perú  
<https://orcid.org/0000-0001-7944-2642>

### Vito Quilcat-León

Departamento de Química. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo-Perú  
<https://orcid.org/0000-0003-1382-3324>

### Julio Chico-Ruíz

Laboratorio de Fitopatología. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo-Perú  
<https://orcid.org/0000-0002-7287-321X>

**RESUMEN:** Las enfermedades en las plantas cultivadas son frecuentes y su control químico se utiliza en exceso originando problemas de contaminación en suelo, planta y atmósfera. Por ello se justifica un control biológico, con microorganismos capaces de evitar el ataque de los patógenos en plantas. Con ese antecedente se evaluó el control in vitro de un patógeno, *Colletotrichum gloeosporioides*, en cultivos duales con presencia de *Clonostachys rosea*, *Fusarium oxysporum* y *Trichoderma harzianum* a diferentes temperaturas y en diferentes medios de cultivo. Se utilizó Agar Sabouraud Dextrosa (DSA) y Agar Papa Dextrosa (PDA), a temperaturas de 10°C, 20°C y 30°C. Después de 12 días se evaluó el porcentaje de inhibición, grado de antagonismo y velocidad de crecimiento de las colonias enfrentadas. Determinando que el antagonista más efectivo fue *T. harzianum*, el cual alcanzó un grado 2 en la escala de Bell, cultivado en PDA a 10°C 20°C y 30°C. También se demostró que *C. gloeosporioides* ejerce cierta resistencia a los antagonistas ensayados, pues a las temperaturas y medios de cultivos propuestos solo alcanzaron el grado 3 en la escala de Bell, y el porcentaje de inhibición evidenció valores: 14.18% y 14.54% en PDA

& 34.88% y 36.05% en SDA para *C. rosea* y *F. oxysporum*. Se concluye que hay influencia de la temperatura y medio de cultivo para un efectivo control del patógeno estudiado.

**PALABRAS-CLAVE:** Antagonismo, antracnosis, control biológico

## CONTROLE BIOLÓGICO IN VITRO DE COLLETOTRICHUM GLOESPORIODES EM RELAÇÃO AO MEIO DE CULTIVO E TEMPERATURA

**RESUMO:** Doenças em plantas cultivadas são freqüentes e seu controle químico é usado excessivamente, causando problemas de contaminação no solo, planta e atmosfera. Por isso, justifica-se o controle biológico, com microrganismos capazes de evitar o ataque de patógenos às plantas. Com este pano de fundo, o controle in vitro de um patógeno, *Colletotrichum gloeosporioides*, foi avaliado em culturas duais com a presença de *Clonostachys rosea*, *Fusarium oxysporum* e *Trichoderma harzianum* em diferentes temperaturas e em diferentes meios de cultura. O Sabouraud Dextrose Agar (DSA) e o Potato Dextrose Agar (PDA) foram utilizados nas temperaturas de 10°C, 20°C e 30°C. Após 12 dias, foram avaliados o percentual de inibição, grau de antagonismo e taxa de crescimento das colônias opostas. Determinando que o antagonista mais eficaz foi o *T. harzianum*, que atingiu grau 2 na escala de Bell, cultivado em PDA a 10°C, 20°C e 30°C. Também foi demonstrado que *C. gloeosporioides* exerce alguma resistência aos antagonistas testados, pois nas temperaturas e meios de cultura propostos atingiram apenas grau 3 na escala de Bell, e o percentual de inibição apresentou valores: 14,18% e 14,54% em PDA. & 34,88% e 36,05% em SDA para *C. rosea* e *F. oxysporum*. Conclui-se que há influência da temperatura e do meio de cultura para um controle efetivo do patógeno estudado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Antagonismo, antracnose, controle biológico

## IN VITRO BIOLOGICAL CONTROL OF COLLETOTRICHUM GLOESPORIODES IN RELATION TO THE CULTURE MEDIUM AND TEMPERATURE

**ABSTRACT:** Diseases in cultivated plants are frequent and their chemical control is used excessively, causing contamination problems in the soil, plant, and atmosphere. For this reason, biological control is justified, with microorganisms capable of avoiding the attack of pathogens on plants. With this background, the in vitro control of a pathogen, *Colletotrichum gloeosporioides*, was evaluated in dual cultures with the presence of *Clonostachys rosea*, *Fusarium oxysporum*, and *Trichoderma harzianum* at different temperatures and in different culture media. Sabouraud Dextrose Agar (DSA) and Potato Dextrose Agar (PDA) were used at temperatures of 10oC, 20oC, and 30oC. After 12 days, the inhibition percentage, degree of antagonism, and growth rate of the opposing colonies were evaluated. Determining that the most effective antagonist was *T. harzianum*, which reached grade 2 on the Bell scale, grown in PDA at 10°C, 20°C, and 30°C. It was also shown that *C. gloeosporioides* exerts some resistance to the tested antagonists, since at the proposed temperatures and culture media they only reached grade 3 on the Bell scale, and the inhibition percentage showed values: 14.18% and 14.54% in PDA. & 34.88% and 36.05% in SDA for *C. rosea* and *F. oxysporum*. It is concluded that there is an influence of temperature and culture medium for effective control of the studied pathogen.

**KEYWORDS:** Antagonism, anthracnose, biological control

## INTRODUCCION

Las enfermedades producidas por hongos fitopatógenos causan pérdidas severas en la agricultura y por el cual reducen la calidad y/o la cantidad de la cosecha obtenida (Monte, 2001; Rey et al., 2000). La forma tradicional para el control de las enfermedades en cultivos es la aplicación de productos químicos, pero debido a su composición resultan tóxicos e inespecíficos, ya que además de eliminar los organismos fitopatógenos, dañan la flora del suelo ( Vinale et al., 2008; Cupull et al., 2003). Por ello es necesaria la búsqueda de alternativas orientadas al manejo de agentes antagonistas que sean eficientes y compatibles con el ambiente.

El control biológico es una estrategia de control más compatible con la conservación del medio ambiente y útil en aquellas enfermedades para las que no existen otras medidas fitosanitarias, o simplemente para poder reducir el empleo de pesticidas; sin embargo, muestra una serie de deficiencias y limitaciones que se deben solucionar para incrementar su aceptación en la agricultura actual (Fravel, 2005). Una alternativa es utilizando microorganismos antagonistas como bacterias y hongos.

Existen factores biológicos y ambientales que dominan las interacciones entre el hongo patógeno y el antagonista, afectando al control biológico de la enfermedad; una de ellas es la temperatura. La actividad antagonista de *T. harzianum*, *C. rosea* y *F. oxysporum* puede variar con la temperatura como lo reportan (Howell, 1998; Klein & Eveleigh, 1998).

Dentro del control biológico se han descrito el uso de diversos hongos antagonistas, tales como: *Trichoderma sp*, *Ulocladium oudemansii*, *Mucor sp*, *Penicillium sp* y *Clonostachys rosea*; además de nematodos y bacterias. Para el presente trabajo se ha elegido a: *C. rosea*, *Fusarium oxysporum* y *T. harzianum*, hongos con bastante potencial antagónico, con excepción de *F. oxysporum* el cuál se desconoce aún su poder antagónico (Suárez, 2008; Aquino et al., 2007; Molina et al., 2006; Chaves & Wang, 2004).

*Clonostachys rosea*, es un saprófito con acción antagónica frente a una amplia variedad de agentes fúngicos, dicha actividad está relacionada con la secreción de celulasas,  $\beta$ -1,3- glucanasas, proteasas e incluidas las quitinasas, las cuales actúan degradando la pared celular, retracción de la membrana plasmática y desorganización del citoplasma (Rivera-Fonseca, 2007). *T. harzianum* está presente en casi todos los suelos agrícolas y otros hábitats como madera en descomposición. Las colonias presentan un crecimiento rápido, y ha demostrado suprimir el desarrollo de fitopatógenos mediante el micoparasitismo, la competencia por el sustrato y nutrientes, y la actividad antibiótica producida por metabolitos que inhiben la actividad parasítica de los fitopatógenos. (Huamán, 2001). *F. oxysporum* es un hongo cosmopolita que existe en muchas formas patogénicas y se caracteriza por producir colonias de rápido crecimiento. Existe una gran diversidad

de cepas de *Fusarium spp.*, de las cuales algunas son patogénicas y su gran mayoría son saprófitas, las cuales pueden ser utilizadas como controladores biológicos. *Colletotrichum gloeosporioides* es un moho que forma conidios simples, produce la antracnosis (manchas pardas/negras) en muchos cultivos de importancia económica, como mangos y papayas cítricos, guanábana, aguacate, café, cultivos ornamentales, entre otros (Silva et al, 2006).

Por lo expuesto, el objetivo del presente trabajo fue determinar el mejor controlador biológico sobre el crecimiento de *C. gloeosporioides* causante de la antracnosis, utilizando diferentes temperaturas.

## **MATERIAL Y METODOS**

### **I. MATERIAL BIOLÓGICO:**

Las cepas certificadas de: *C. rosea* y *T. harzianum* fueron adquiridas del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), Perú. Los cultivos de: *F. oxysporum* fueron obtenidos del fruto de tomate y *C. gloeosporioides* del epicarpio de la palta

### **II. DETERMINACIÓN DE LOS HONGOS**

Se tomaron muestras del micelio de cada hongo y se colorearon con azul de lactofenol al 1%. Luego de la preparación en fresco, se observaron al microscopio a 40x para reconocer sus características morfológicas y poder determinarlas con auxilio de claves taxonómicas.

### **III. PROCEDIMIENTOS**

#### **a. Preparación del medio de cultivo “Agar Papa Dextrosa”**

Con el filtrado obtenido de cocinar 10 g de papa, se mezcló con 3 g de sacarosa más 3 g de agar para 100ml de medio de cultivo; para preparar el agar Sabouraud se añadió 3gr en 100 ml agua destilada. Luego, ambos medios, se llevaron a la autoclave por un periodo de tiempo estimado de 30 min., a 1 atm y 150 libras de presión. Finalmente se procedió a dispensar en las respectivas cajas Petri y sembrar posteriormente los hongos (Fig. 1)

#### **b. Control biológico in vitro (Prueba de antagonismo o cultivos duales)**

Se colocaron en puntos opuestos de placas Petri con medio de cultivo, en distintas placas, micelios de siete días de desarrollo de: *C. gloeosporioides* y en el otro extremo, micelios de: *C. rosea*, *F. oxysporum* y *T. harzianum*. Posteriormente, los cultivos se incubaron a temperaturas de 10°C, 20°C y 30°C, durante 7 días, haciéndose mediciones cada 24 horas del crecimiento micelial correspondiente. (Fig. 2).

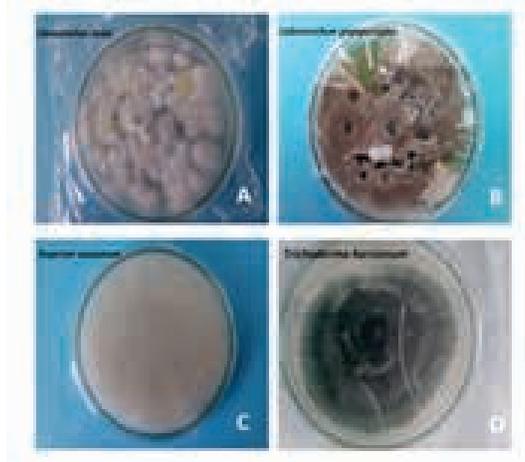


Figura 1. Crecimiento de los monocultivos puros de A) *C. rosea* B) *C. gloesporioides* C) *F. oxysporum* y D) *T. harzianum*, a los 12 días.

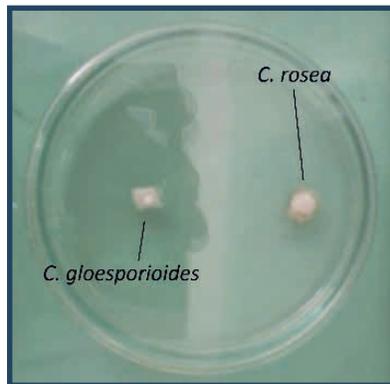


Figura 2. Siembra de micelios en los extremos de la placa Petri.

### c. Tratamientos

Para el diseño experimental, se realizó un diseño al azar, con un número de 42 tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento sometidos a diferentes medios de cultivo y distintas temperaturas, incluyendo a un testigo (control) de cada uno (Tabla 1).

AGAR PAPA DEXTROSA		
10° C	20° C	30° C
COMBINACIONES		TRATAMIENTOS
<i>T. harzianum</i> (Monocultivo)		T1
<i>C. rosea</i> (Monocultivo)		T2
<i>F. oxysporum</i> (Monocultivo)		T3
<i>C. gloeosporioides</i> (Monocultivo)		T4
<i>C. rosea</i> vs <i>C. gloeosporioides</i> (Cultivo dual)		T1 x T4 = T5
<i>F. oxysporum</i> vs <i>C. gloeosporioides</i> (Cultivo dual)		T2 x T4 = T6
<i>T. harzianum</i> vs <i>C. gloeosporioides</i> (Cultivo dual)		T3 x T4 = T7

AGAR SABOURAUD DEXTROSA		
10° C	20° C	30° C
COMBINACIONES		TRATAMIENTOS
<i>T. harzianum</i> (Monocultivo)		T1
<i>C. rosea</i> (Monocultivo)		T2
<i>F. oxysporum</i> (Monocultivo)		T3
<i>C. gloeosporioides</i> (Monocultivo)		T4
<i>C. rosea</i> vs <i>C. gloeosporioides</i> (Cultivo dual)		T1 x T4 = T5
<i>F. oxysporum</i> vs <i>C. gloeosporioides</i> (Cultivo dual)		T2 x T4 = T6
<i>T. harzianum</i> vs <i>C. gloeosporioides</i> (Cultivo dual)		T3 x T4 = T7

#### d. Evaluación

Se midieron los micelios colocados en las placas Petri en puntos opuestos entre sí de los hongos antagonistas frente a *C. gloeosporioides* y se incubaron a diferentes temperaturas de: 10°C, 20°C y 30°C. Después de 12 días del período de incubación del crecimiento del patógeno se registró y calculó el porcentaje de inhibición en relación con su control.

Porcentaje de inhibición del crecimiento micelial se calculó según la ecuación:

$$L = \frac{C - T}{C} * 100$$

Donde, **L** es la inhibición del crecimiento micelial, **C** es la medición del crecimiento micelial del patógeno en control, **T** es la medición del crecimiento micelial del patógeno en

presencia de antagonistas.

También se utilizó la escala de Bell para determinar el porcentaje de cubrimiento del antagonista en el medio de cultivo expresado en una escala (Tabla 2)

GRADO	MECANISMO DE ACCIÓN	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO DEL ANTAGONISTA DE LA SUPERFICIE DEL MEDIO
1	El antagonista ocupa completamente la superficie del medio de cultivo cubriendo totalmente al patógeno.	100 %
2	El antagonista llega a sobrepasar las dos terceras partes de la superficie del medio de cultivo.	75 %
3	El antagonista y el patógeno colonizan cada uno aproximadamente la mitad de la superficie del medio y ninguno parece dominar al otro.	50 %
4	El patógeno sobrepasa al crecimiento del antagonista colonizando tres cuartas partes de la caja Petri.	25 %
5	El agente fitopatógeno llega a cubrir totalmente la placa Petri.	0 %

Tabla 2. Escala de Bell (Ezziyani et al, 2004) utilizada para evaluar el grado de cubrimiento del antagonista (%).

## RESULTADOS

### Crecimiento en agar papa dextrosa (PDA)

Tabla 3. Promedio del crecimiento en centímetros de *C. gloesporioides* frente a *C. rosea*, *F. oxysporum* y *T. harzianum*, en pruebas de antagonismo y su respectivo control, tomado cada 24 horas hasta los 12 días de crecimiento en Agar Papa Dextrosa (PDA) a 10° C, 20°C y 30°C.

B: *C. rosea*

Días	10°C				20°C				30°C			
	PA		PC		PA		PC		PA		PC	
	(dual)				(dual)				(dual)			
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
3	1.1	1.0	1.2	1.2	1.1	0.9	1.4	1.8	1.1	1.1	1.2	1.4
6	1.4	1.4	1.6	2.0	1.7	1.4	2.2	3.4	1.3	1.4	1.9	2.3
9	1.5	1.8	1.8	2.9	2.6	2.4	2.9	4.7	1.7	1.9	3.0	3.4
12	1.8	2.2	1.9	3.6	3.4	3.3	4.2	5.5	2.7	2.9	4.2	4.6

B: *F. oxysporum*

Días	10°C				20°C				30°C			
	PA		PC		PA		PC		PA		PC	
	(dual)				(dual)				(dual)			
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
3	0.9	0.9	1.2	1.5	1.0	1.4	1.4	2.0	0.9	1.1	1.2	2.2
6	1.2	1.3	1.6	2.6	1.6	2.6	2.2	4.3	1.3	1.7	1.9	4.2
9	1.3	1.4	1.8	3.3	2.3	3.7	2.9	5.7	1.8	2.2	3.0	5.9
12	1.4	1.5	1.9	4.1	3.2	4.7	4.2	6.6	2.6	3.5	4.2	7.3

B: *T. harzianum*

Días	10°C				20°C				30°C			
	PA		PC		PA		PC		PA		PC	
	(dual)				(dual)				(dual)			
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
3	0.7	1.1	1.2	1.3	0.8	1.4	1.4	1.5	0.7	2.2	1.2	2.8
6	0.7	1.5	1.6	2.2	1.1	1.7	2.2	3.4	0.7	4.4	1.9	5.2
9	0.9	1.9	1.8	3.2	1.9	2.4	2.9	4.2	0.9	5.2	3.0	6.7
12	1.2	2.4	1.9	3.9	2.8	3.3	4.2	5.1	1.3	6.5	4.2	8.8

PA: Prueba antagonica

PC: Prueba control

A: *C. gloesporioides*

Los organismos controladores crecen muy bien a 30°C, como se observa en la Tabla 1, siendo *T. harzianum* el que muestra un mayor diámetro de su colonia a los 12 días (8.8 cm) y *C. rosea* el de menor crecimiento (4.6 cm). En cambio *C. gloesporioides* su crecimiento promedio es de 4.2 cm a los 30°C y de 1.9 cm a 10°C. Aquí podemos asumir que el mejor crecimiento está a la temperatura de 30°C. Cuando ambos organismos se enfrentan (cultivos duales) para *C. rosea* su mejor crecimiento es a los 20°C (3.3 cm), al igual que *F. oxysporum* 4.7 cm; en cambio para *T. harzianum* su mayor crecimiento es a los

30°C (6.5 cm). Hasta aquí observamos un rango más amplio de control para *T. harzianum* ya que en las temperaturas ensayadas su crecimiento es muy rápido si los comparamos con los otros controladores.

En lo que respecta a *C. gloeosporioides*, cuando crece solo, su crecimiento es menor a los controladores, pero cuando crece junto al controlador disminuye bastante con *T. harzianum*, casi el 50%. Con los otros controladores el crecimiento es similar entre ellos, no hay una gran diferencia entre ellos, pero si crece menos que los controladores.

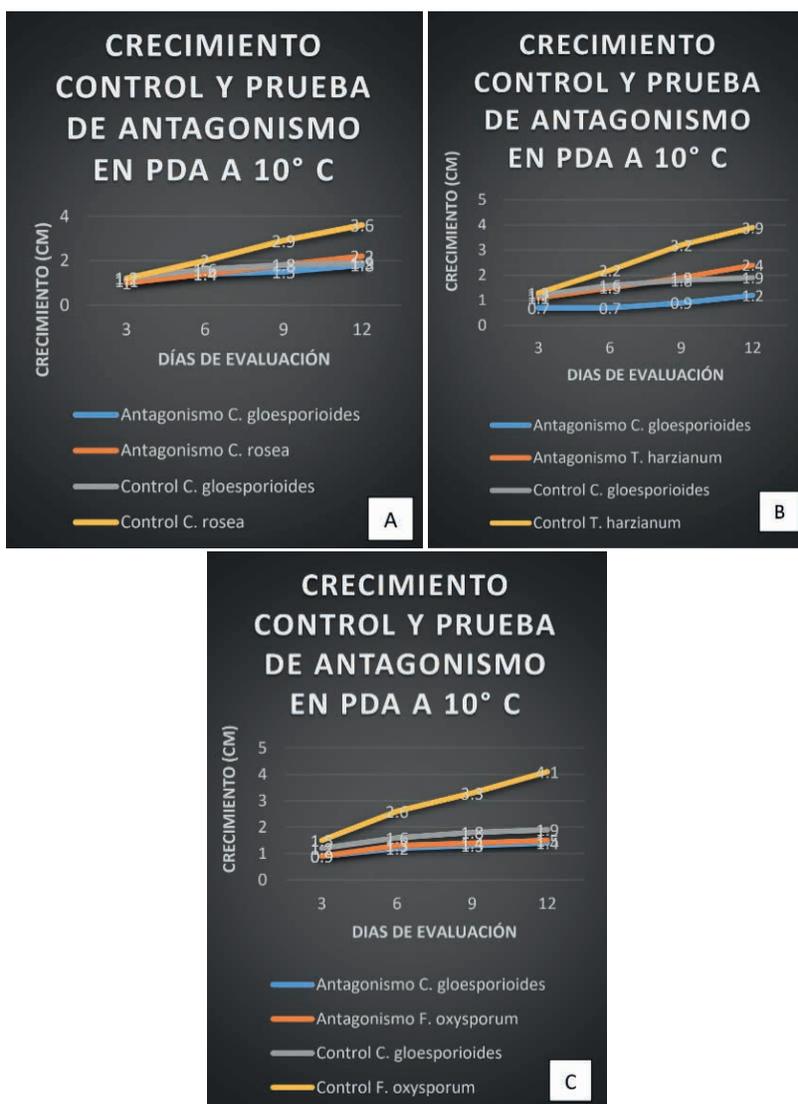


Figura 3 . Crecimiento en la prueba control y prueba de antagonismo (cm) en PDA a 10°C, tomado cada 24 horas por 12 días. Se observa que el crecimiento de los hongos antagonistas es mayor (línea anaranjada, A,B,C) que *C. gloeosporioides* (línea ploma) lo cual también coincide con los valores de crecimiento en el cultivo dual.

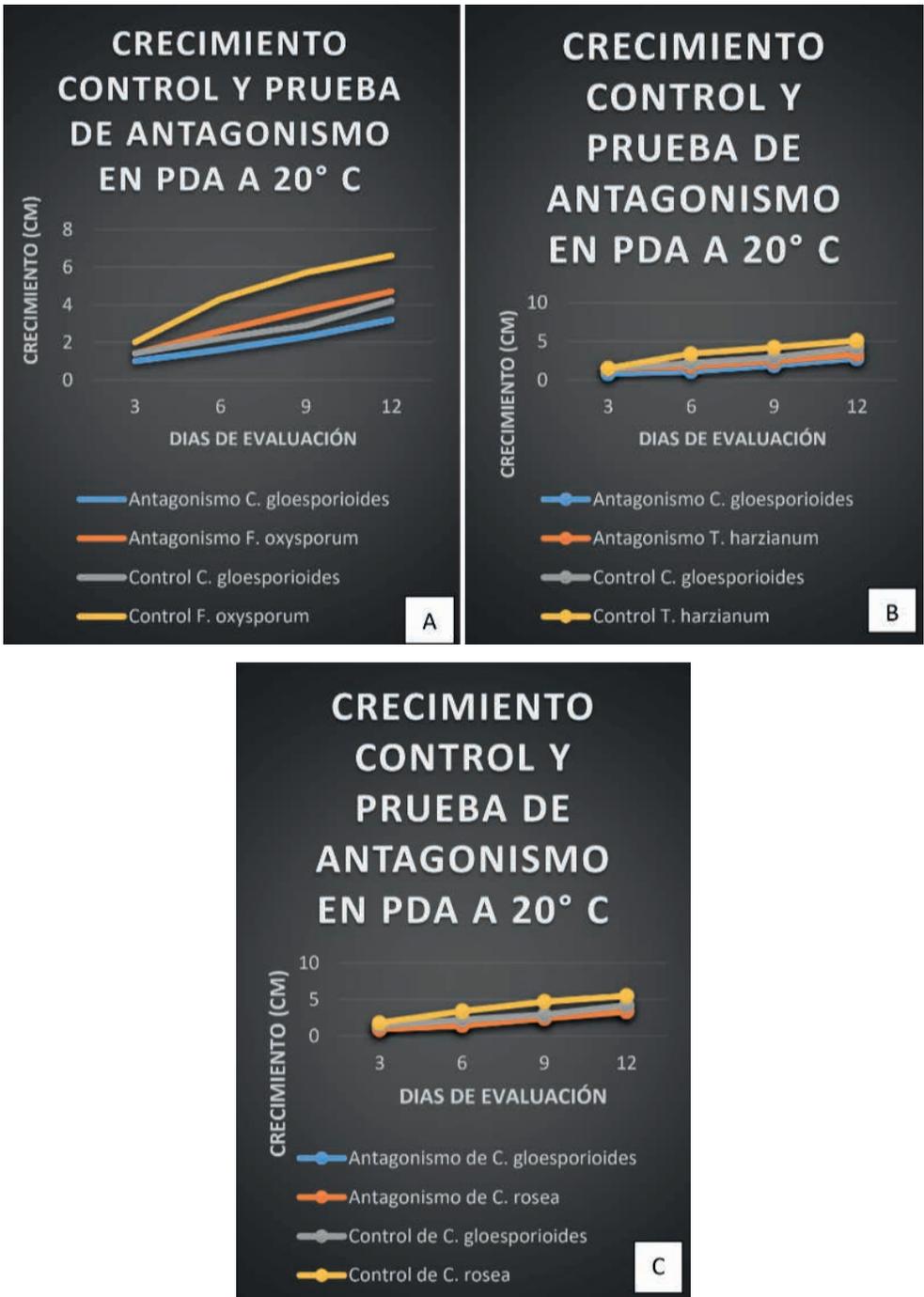


Figura 4. Crecimiento en la prueba control y prueba de antagonismo (cm) en medio PDA 20°C tomado cada 24 horas por 12 días. Se observa que *T. harzianum* y *C. rosea*, solos (línea anaranjada, B, C), tienen valores de crecimiento muy cercanos a *C. gloeosporioides* (línea ploma), igual se observa en los cultivos duales. *F. oxysporum* a esta temperatura (A) muestra valores de crecimiento muy elevados, solo o en cultivo dual (línea amarilla y anaranjada)

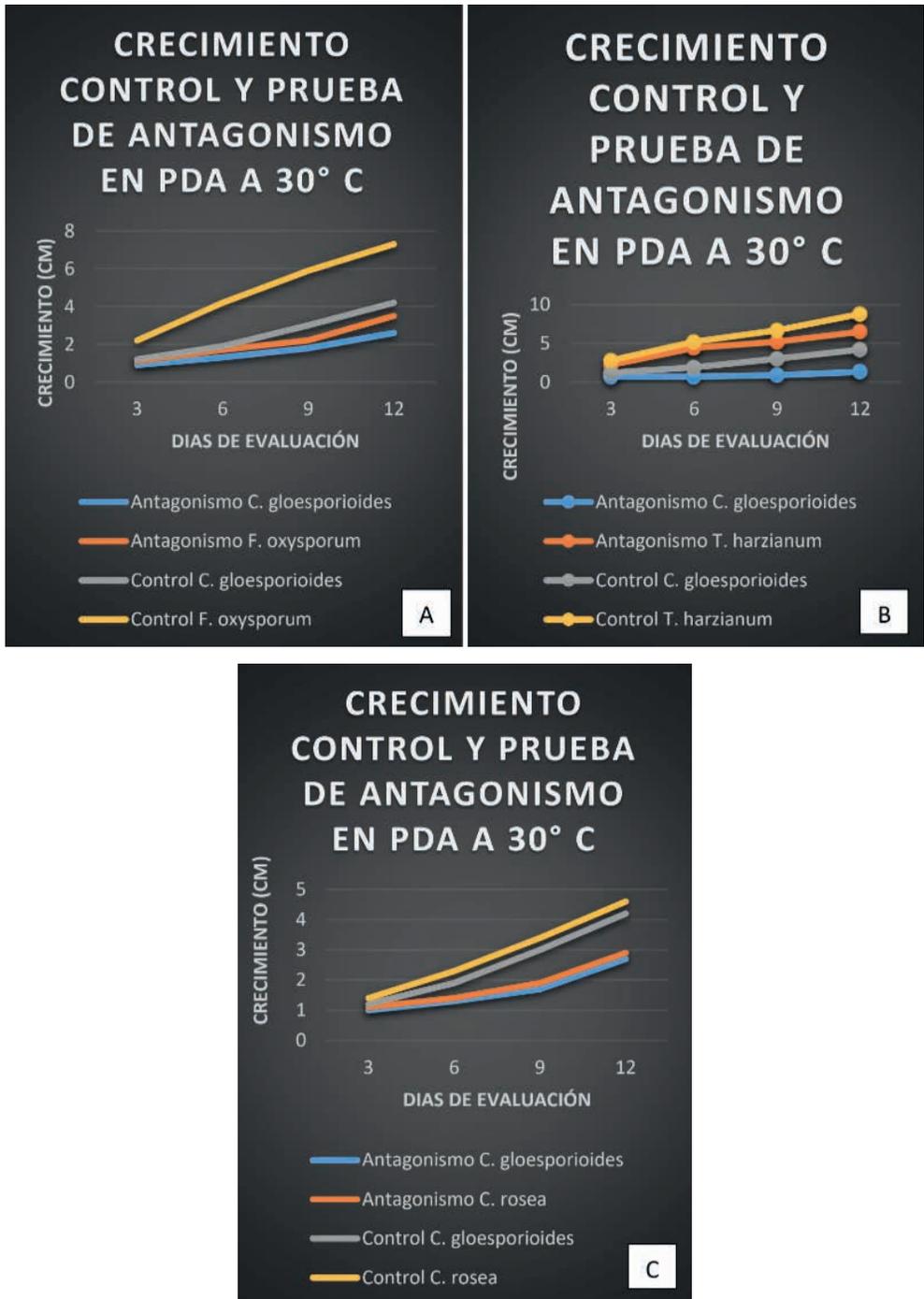


Figura 5. Crecimiento en la prueba control y prueba de antagonismo (cm) en PDA a 30°C, tomado cada 24 horas por 12 días. Cuando los hongos antagonistas crecen solos, es mayor el crecimiento de *F. oxysporum* (línea anaranjada, A), y los valores son cercanos en B (*T. harzianum*, solo o en cultivo dual) y en C (*C. rosea* y *C. gloesporioides*).

### Crecimiento en agar Sabouraud dextrosa (DSA)

Tabla 4. Promedio del crecimiento en centímetros de *C. gloesporioides* frente a *C. rosea*, *F. oxysporum* y *T. harzianum* en prueba de antagonismo y su respectivo control, tomado cada 24 horas hasta los 12 días de crecimiento en Agar Sabouraud Dextrosa (DSA) a 10° C, 20°C, 30°C.

B: *C. rosea*

Días	10°C				20°C				30°C			
	PA (dual)		PC		PA (dual)		PC		PA (dual)		PC	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
3	1.0	0.9	1.1	1.2	2.2	1.6	2.3	1.9	2.1	1.9	2.6	2.0
6	1.2	1.0	1.2	1.3	3.6	3.0	5.2	3.4	3.6	3.0	5.3	3.9
9	1.2	1.1	1.5	1.3	5.0	4.0	6.9	4.6	4.8	4.0	6.7	5.4
12	1.3	1.2	1.7	1.4	6.3	5.1	8.4	5.4	5.7	4.9	7.7	6.3

B: *F. oxysporum*

Días	10°C				20°C				30°C			
	PA (dual)		PC		PA (dual)		PC		PA (dual)		PC	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
3	1.0	0.9	1.1	0.9	2.0	1.7	2.3	2.0	2.4	1.4	2.6	2.2
6	1.2	1.0	1.2	1.3	4.2	3.6	5.2	4.3	4.1	3.3	5.3	4.8
9	1.2	1.1	1.5	1.9	5.9	4.9	6.9	5.9	5.4	4.2	6.7	5.8
12	1.3	1.2	1.7	2.4	7.4	6.1	8.4	7.4	6.6	5.4	7.7	6.4

B: *T. harzianum*

Días	10°C				20°C				30°C			
	PA		PC		PA		PC		PA		PC	
	(dual)				(dual)				(dual)			
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
3	1.0	0.7	1.1	0.8	2.3	1.6	2.3	2.1	2.4	1.7	2.6	2.0
6	1.2	0.8	1.2	0.9	3.8	2.6	5.2	3.9	4.0	2.7	5.3	4.4
9	1.5	0.8	1.5	1.0	5.6	4.1	6.9	5.4	5.4	3.9	6.7	5.9
12	1.7	0.9	1.7	1.1	7.2	5.6	8.4	6.8	6.5	5.4	7.7	6.6

PA: Prueba antagónica

PC: Prueba control

A: *C. gloesporioides*

Cuando los controladores se siembran en DSA, y creciendo solos en el medio nutritivo, se observa en la Tabla 4 que *C. rosea* presenta su mejor crecimiento a los 30°C (con PDA es *T. harzianum*), en cambio para *F. oxysporum* y *T. harzianum* su mejor crecimiento es a los 20°C. Aquí ya se presenta una diferencia en el crecimiento debido a los medios de cultivo utilizados. Para el patógeno *C. gloesporioides* su mayor crecimiento se da a los 20°C (8.4 cm) similar a *T. harzianum* cuando crece en PDA.

En los cultivos duales (antagonismo) observamos que a 10°C el crecimiento es similar entre ambos organismos, pero a los 20°C el patógeno es el que crece más al igual que a los 30°C. Aquí se observa menor control que cuando se cultiva en PDA.

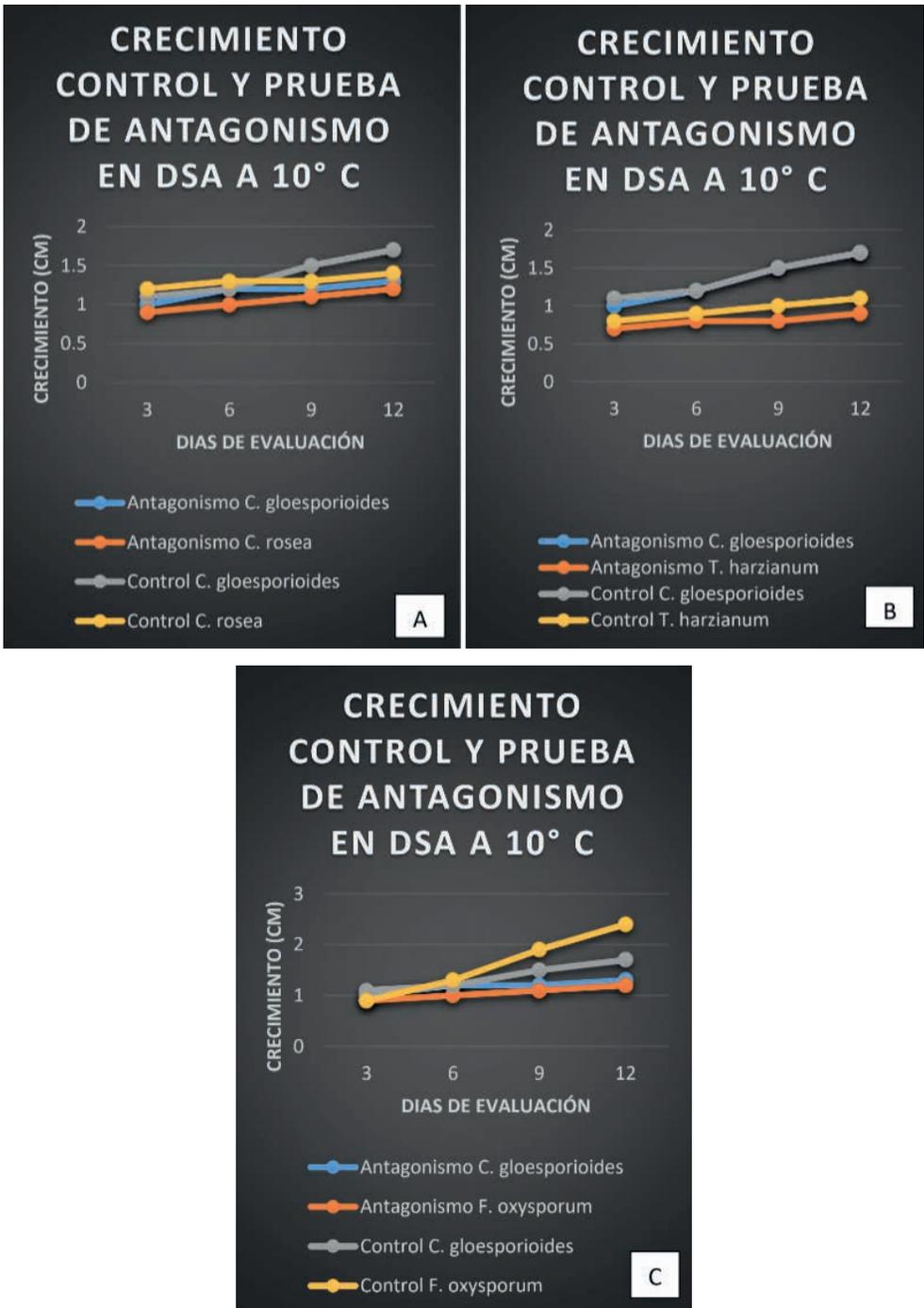


Figura 6. Crecimiento en la prueba control y prueba de antagonismo (cm) en DSA a 10°C, tomado cada 24 horas por 12 días. Se observa un mayor crecimiento de *C. gloesporioides* cuando está sólo en medio DSA (A, B) y en C sobresale *F. oxysporum*. Los hongos antagonistas exhibieron menor crecimiento en DSA (línea anaranjada, A, B,C).

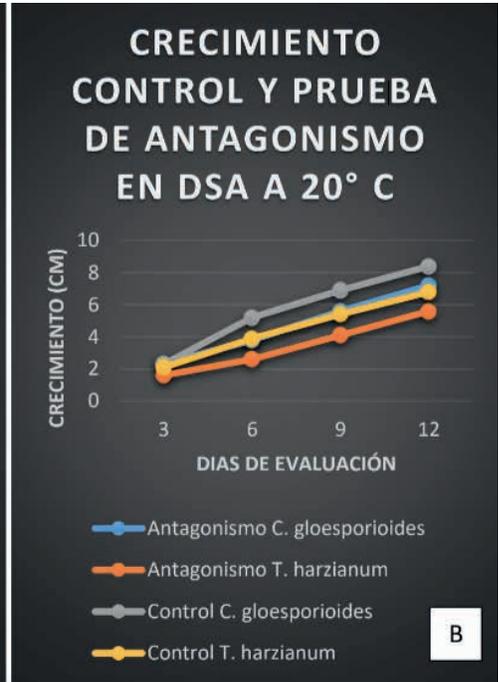
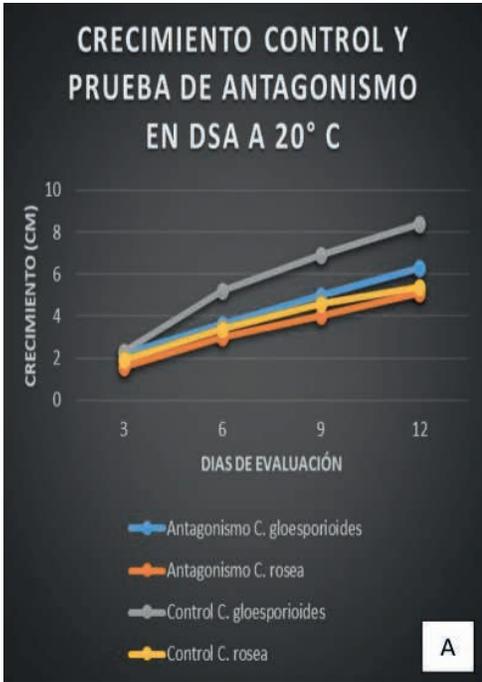


Figura 7. Crecimiento en la prueba control y prueba de antagonismo (cm) en DSA a 20°C tomado cada 24 horas por 12 días. Observamos que *C. gloesporioides* presenta el mayor crecimiento cuando está solo en el medio DSA y los hongos controladores son los que presentan menor crecimiento en los cultivos duales (A, B, C, línea anaranjada).

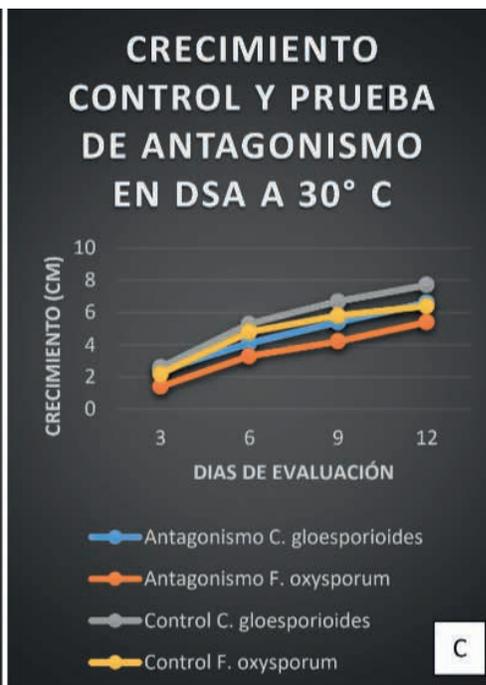
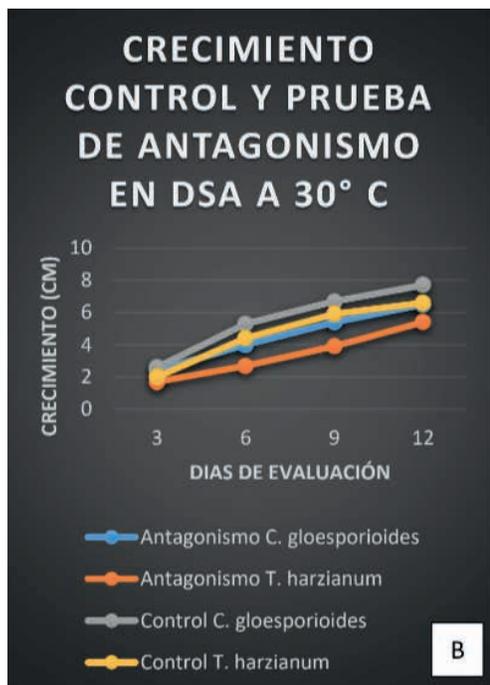


Figura 8. Crecimiento en la prueba control y prueba de antagonismo (cm) en DSA a 30°C, tomado cada 24 horas por 12 días. Como sucedió a los 20°C, observamos el mayor crecimiento de *C. gloesporioides* (línea ploma), seguido de los hongos controladores (línea amarilla, A, B, C). En los cultivos duales los hongos controladores presentan el menor crecimiento (línea anaranjada, A, B, C).

Tratamientos	Hongos Antagonistas	Grado de antagonismo		
		10°C	20°C	30°C
T5	<i>C. rosea</i>	3	3	3
T6	<i>F.oxysporum</i>	3	3	3
T7	<i>T. harzianum</i>	3	3	2

Tabla 5: Grado de antagonismo en cultivos duales de *C. gloesporioides* frente a *C. rosea*, *F. oxysporum* y *T. harzianum* en Agar Papa Dextrosa (PDA) a 10 °C, 20°C y 30°C y 12 días de evaluación, utilizando la escala de Bell.

Tratamientos	Hongos Antagonistas	Grado de antagonismo		
		10°C	20°C	30°C
T5	<i>C. rosea</i>	3	3	3
T6	<i>F.oxysporum</i>	3	3	3
T7	<i>T. harzianum</i>	3	3	3

Tabla 6: Grado de antagonismo en cultivos duales de *C. gloesporioides* frente a *C. rosea*, *F. oxysporum* y *T. harzianum* en Agar Sabouraud Dextrosa (DSA) a 10 °C y 12 días de evaluación, utilizando la escala de Bell.

Sobre el grado de antagonismo, todos los ensayos están en la escala del 3, salvo cuando *C. gloesporioides* se enfrenta a *T. harzianum* en la cual la escala es de 2 a 30°C.

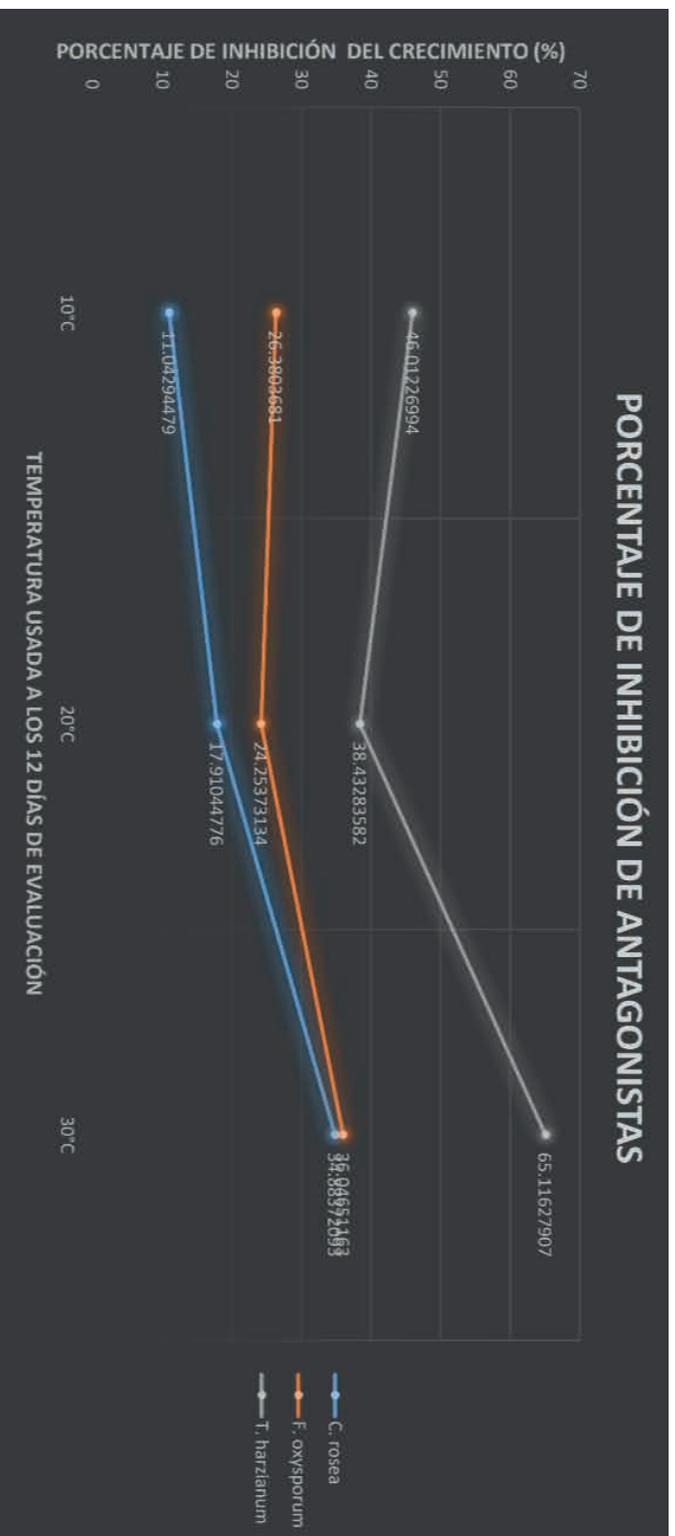


Figura 9. Porcentaje de inhibición en Agar Papa Dextrosa (PDA) a 10°C, 20°C y 30°C de *C. rosea*, *F. oxysporum* y *T. harzianum* frente a *C. gloesporioides* a los 12 días de evaluación. A los 10°C de evaluación *C. rosea*, *F. oxysporum* y *T. harzianum* enfrentados a *C. gloesporioides* en medio de cultivo PDA presentaron un porcentaje de inhibición de 11.04%, 26.38% y 46.01% respectivamente, mientras que a los 20°C presentaron un porcentaje de inhibición de 17.91%, 24.25% y 38.43% y a los 30°C de evaluación presentaron un porcentaje de inhibición de 34.88%, 36.05% y 65.12% respectivamente. El mayor porcentaje de inhibición lo realiza *T. harzianum* y el menor lo realiza *C. rosea*.

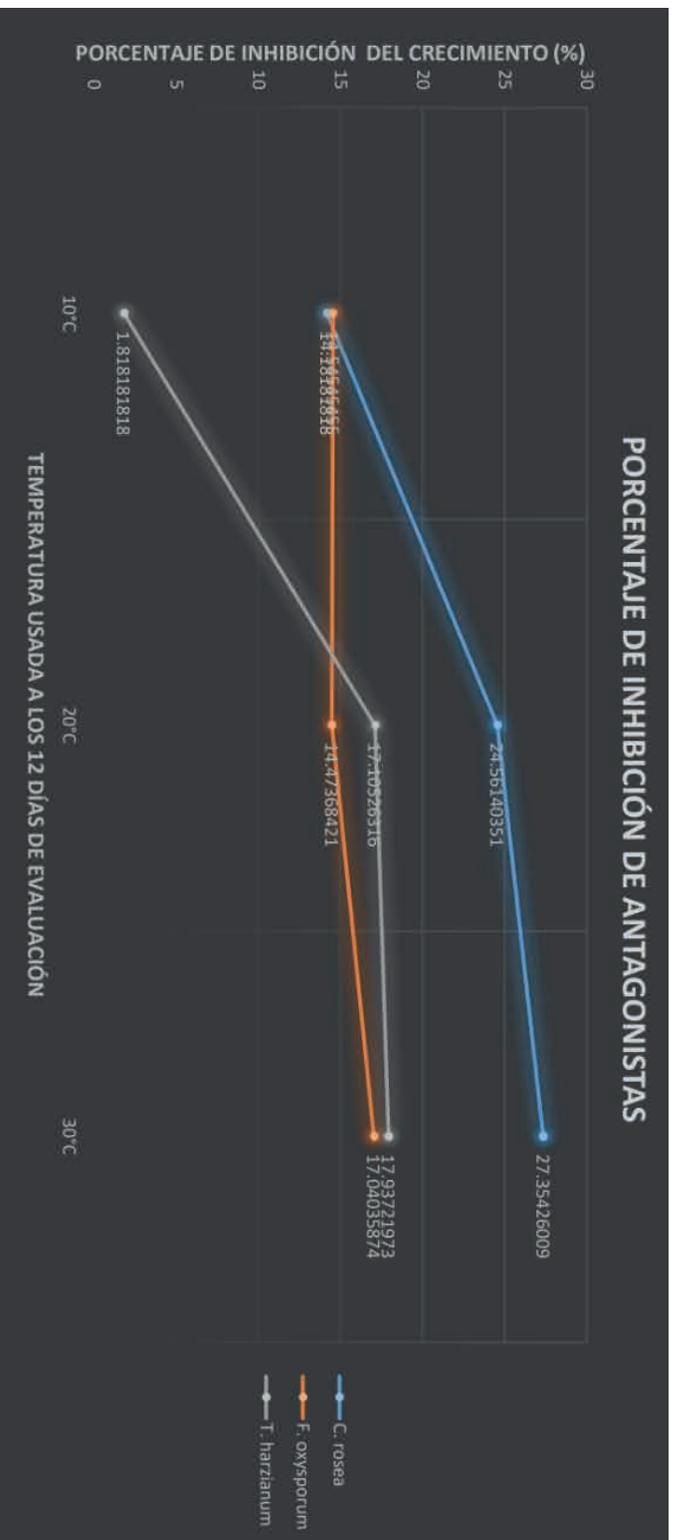
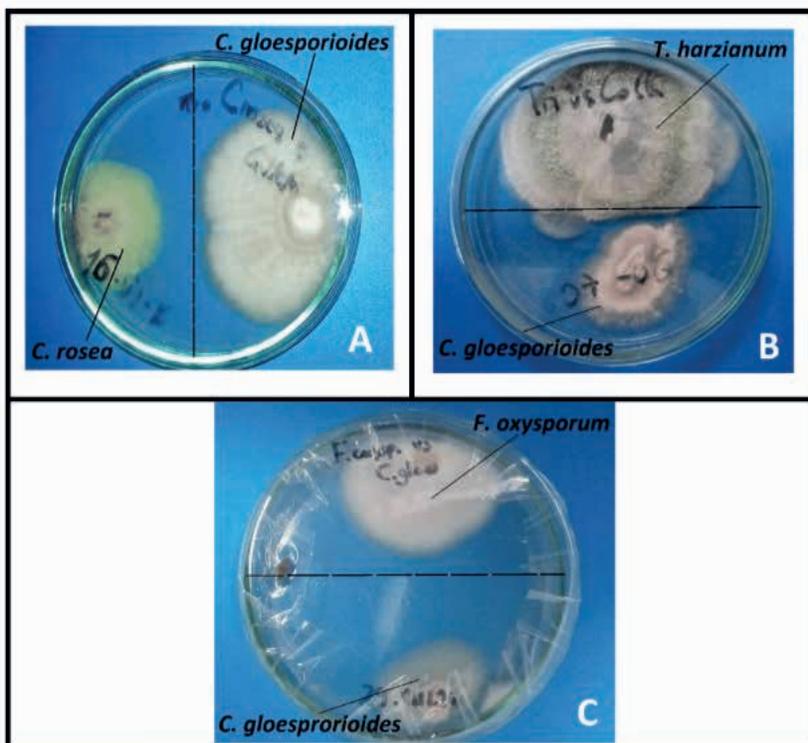


Figura 10. Porcentaje de inhibición en Agar Sabouraud Dextrosa (DSA) a 10°C, 20°C y 30°C de *C. rosea*, *F. oxysporum* y *T. harzianum* frente a *C. gloesporioides* a los 12 días de evaluación. A los 10°C de evaluación *C. rosea*, *F. oxysporum* y *T. harzianum* enfrentados a *C. gloesporioides* en medio de cultivo DSA presentaron un porcentaje de inhibición de 14.19%, 14.55% y 1.81% respectivamente, mientras que a los 20°C presentaron un porcentaje de inhibición de 24.56%, 14.47% y 17.11% y a los 30°C de evaluación presentaron un porcentaje de inhibición de 27.35%, 17.04% y 17.93% respectivamente. El mayor porcentaje de inhibición, en medio DSA, lo realiza *C. rosea* y el menor *F. oxysporum*



-- = Línea media de la placa Petri

Figura 11. Crecimiento en los cultivos duales A) *C. rosea* vs *C. gloesporioides* B) *T. harzianum* vs *C. gloesporioides* y C) *F. oxysporum* vs *C. gloesporioides*, a las 144 horas (6 días) de crecimiento.

El crecimiento de los cultivos duales de los hongos: *C. gloesporioides*, *C. rosea*, *F. oxysporum* y *T. harzianum* enfrentados, crecieron de forma muy irregular en comparación a lo largo de la siembra a las 24 horas de su crecimiento.

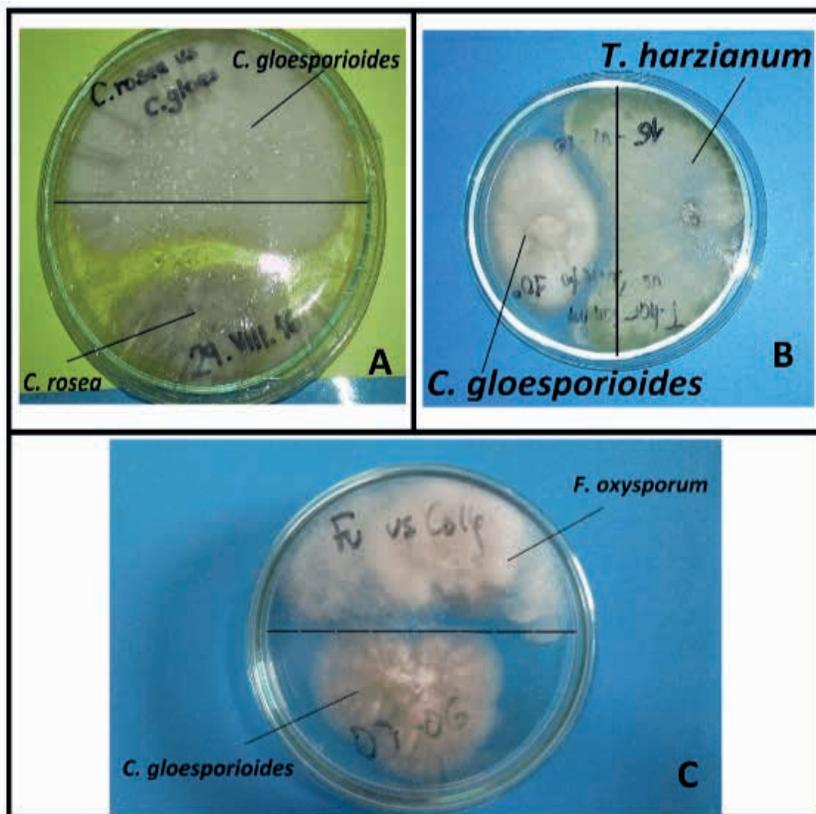


Figura 12. Crecimiento de los cultivos duales A) *C. rosea* vs *C. gloesporioides* B) *T. harzianum* vs *C. gloesporioides* y C) *F. oxysporum* vs *C. gloesporioides*, a las 288 horas (12 días) de crecimiento.

El crecimiento de los cultivos duales de los hongos: *C. gloesporioides*, *C. rosea*, *F. oxysporum* y *T. harzianum* enfrentados, crecieron de forma muy irregular en comparación a lo largo de la siembra a las 144 horas de su crecimiento.

## DISCUSIÓN

Se relaciona el efecto del medio de cultivo y la temperatura para evaluar las actividades antagonicas de los hongos ensayados. De los antagonistas, *T. harzianum* crece muy bien en PDA, en cambio *F. oxysporum* es el que muestra mayor crecimiento a 20°C y 30°C (Tabla 3, Fig. 3,4,5). Otro antagonista, *C. rosea* crece muy bien a 30°C en DSA y a 20°C crecen muy bien *T. harzianum* y *F. oxysporum* en el mismo medio. Destaca el crecimiento de *C. gloesporioides* cuando está solo, mucho mayor que antagonistas (Tabla 4, Fig. 6,7,8). Cuando están en cultivos duales, *T. harzianum* controla muy bien en PDA, pero en DSA el control es menor por parte de los antagonistas (Tabla 5,6, Fig. 9,10,11,12) Sobre el porcentaje de inhibición en PDA, a medida que desarrollaba la colonia del patógeno por las

24 hr de anticipación de la siembra en relación a sus antagonistas mayor era el porcentaje de inhibición frente a los antagonistas enfrentados.

El hongo *T. harzianum* crece y controla muy bien en PDA y DSA, pero *C. gloeosporioides* crece mejor y hay más resistencia a ser inhibido en el medio DSA debido a que este contiene peptona, tripteína y glucosa que aprovecha mucho mejor el patógeno debido a su condición de nutrición hemibiótrofa. El género *Trichoderma* es un agente de control biológico muy eficiente debido a que presenta alta velocidad de crecimiento, abundante esporulación y una amplia gama de sustratos donde pueden crecer debido a las numerosas enzimas que posee; además es un excelente competidor por espacio y recursos nutricionales lo que evidencia el amplio rango de hospedante de este antagonista. (Fernández & Suárez, 2009; Mont, 2002). Asimismo, Sid et al (2003) y Harman (2002) refieren que *T. harzianum* tiene gran adaptabilidad a diferentes temperaturas, pudiendo crecer y reproducirse normalmente hasta los 35°C, a este nivel estas enzimas juegan un importante papel en el micoparasitismo.

*Clonostachys rosea* es un antagonista con rango de acción restringido por temperatura y medio de cultivo, según lo observado, solo crece muy bien a 30°C en DSA, su crecimiento y antagonismo a 10oC y 20oC es muy bajo ello se explica que en condiciones ambientales favorables, el antagonista incrementa su actividad supresiva según se incrementa la temperatura de 10° C a 25 °C y que a partir de los 15 °C la germinación de los conidios del biocontrolador es mayor al 80%, incrementándose también con el aumento de temperatura (Chaves & Wang, 2004). Además, la cantidad de metabolitos producido por *C. rosea* depende de los nutrientes y no siempre está relacionada con la habilidad para controlar la enfermedad Entre los principales mecanismos de acción que presenta esta antagonista están: competencia por los nutrientes presentes en el suelo, el enrollamiento alrededor de las hifas del hospedante y la producción de enzimas hidrolíticas como  $\beta$ -1,3-glucanasas,  $\beta$ -1,6-glucanasas, quitinasas, y proteasas, para penetrar al hospedante y usar su contenido celular como fuente de nutrientes (Flores-Bazauri et al., 2015; Rodriguez & Chico-Ruíz, 2013)

*F. oxysporum* muestra actividad antagonista pero se ve limitado por la temperatura y el medio de cultivo, al igual que *clonostachys*. En los cultivos duales se observa una competencia por nutrientes de *F. oxysporum* frente a *C. gloeosporioides*, donde el crecimiento de este hongo usado como antagonista, se limita ya que no se revela la patogenicidad exacta de este hongo fuera de un género hospedante, debido a que puede crecer como saprófito sobre muchas plantas no hospedantes; sobrevivencia saprofítica que contribuye a la longevidad del patógeno en el suelo. La temperatura óptima para el desarrollo del patógeno está entre 25 y 30° C, una temperatura mínima de 5°C y una temperatura máxima de 37°C, el punto termal de muerte en el suelo es de 57.5 a 60°C durante 30 minutos (Veneros-Terrones et al., 2017).

Se debe destacar que *C. gloeosporioides* crece muy bien en DSA lo cual lo fortalece

para enfrentar a los antagonistas de ahí que el porcentaje de inhibición es menor si lo comparamos cuando crece en PDA. la expresión de esta resistencia, puede deberse a que surjan alteraciones en algunos procesos metabólicos que son gobernados por un número reducido de genes como la cuantificación del crecimiento micelial, germinación de esporas en medio de cultivo adicionado con fungicidas, y pruebas in vivo de la efectividad biológica de dichos productos, como lo demostró en sus investigaciones Cerón et al., (2006). También se explica porque está estrechamente relacionado con la amplia gama de huéspedes, las infecciones cruzadas y coinfecciones por múltiples especies, y la amplia adaptación a la temperatura en el ambiente o específicamente sobre el organismo contribuye la presencia de una reproducción sexual atípica, estrategia que tanto los individuos homotáticos como los heterotáticos ocurren en la misma especie permitiendo poderosas mutaciones genéticas (da Silva et al. 2020, Gan et al. 2021)

La temperatura juega un papel indispensable en la infección de patógenos a los cultivos. Tiene efectos generalizados en muchos pasos de la infección por *Colletotrichum* al cultivo, que van desde la esporulación, el crecimiento del micelio, la virulencia, la expresión génica en las plantas huésped y la hibernación de inóculos, que es fundamental para las infecciones iniciales en posteriores temporadas de crecimiento de las plantas Chen et al. 2017; Dubrulle et al. 2020; Cordova et al. 2017; Gama et al. 2021).

Esto sugiere que es urgente investigar la adaptación a la temperatura de los patógenos, si asumimos que a mayor temperatura estos van desarrollando mejor y si el cambio climático promueve temperaturas elevadas, tenemos un problema en ciernes. Sin embargo, también se sugirió que existe un alto grado de individualidad, plasticidad y variación en la adaptación a la temperatura dentro del patógeno, especie y población en estudio (Lurwanu et al., 2021; Boixel et al. 2022).

El estudio de *C. gloesporioides* es muy limitado en nuestra región y poco conocido sobre todo en el Perú. Hasta el momento los resultados indican la gran capacidad de resistencia de este fitopatógeno, causante de la antracnosis, en distintos cultivos frente a algunos antagonistas, por lo cual este trabajo es un modelo a seguir para seguir investigando en busca de biocontroladores para los distintos tipos de hongos fitopatógenos que causan daño económico en la agricultura.

## CONCLUSIONES

- Se determinó que el mejor controlador biológico sobre el crecimiento de *C. gloesporioides* causante de la antracnosis fue *T. harzianum* que alcanzó la clase 2 en la escala de Bell y un porcentaje de inhibición de 65.12% en PDA y 17.93% en DSA.
- La acción antagonónica in vitro de *C. rosea* y *F. oxysporum* sobre el crecimiento de *C. gloesporioides* fue negativa, determinándose así el grado 3, alcanzando

además un porcentaje de inhibición de 34.88% y 36.05% en PDA & 27.35% y 17.04%, respectivamente.

- El tipo de medio de cultivo y la temperatura son factores delimitantes en el desarrollo de las hifas, tanto de los antagonistas como del fitopatógeno.
- El crecimiento de los monocultivos fue de manera homogénea, a las condiciones ambientales sometidas, sin embargo, en los cultivos duales se presentaron deformaciones en las colonias, para los dos medios de cultivos usados.

## REFERENCIAS

- Aquino M, Vásquez G, Reyes R. (2007). Biocontrol in vitro e in vivo de *Fusarium oxysporum* Schlecht. f. sp. dianthi (Prill. Y Delacr.) Snyder y Hans. Con Hongos Antagonistas Nativos de la Zona Florícola de Villa Guerrero, Estado de México. Rev. mex. Fitopatol 26(2)
- Boixel AL, Chelle M, Suffert F (2022). Patterns of thermal adaptation in a globally distributed plant pathogen: local diversity and plasticity reveal two-tier dynamics. Ecol Evol 12(1):e8515.
- Cerón L, Higuera B, Sánchez J, Bustamante L, Buitrago G (2006). Crecimiento y desarrollo de *Colletotrichum gloeosporioides* f. alatae durante su cultivo en medios líquidos. Acta Biológica Colombiana, 11 (1): 99 – 109
- Cordova LG, Madden LV, Amiri A, Schnabel G, Peres NA (2017). Meta-analysis of a web-based disease forecast system for control of anthracnose and botrytis fruit rots of strawberry in southeastern United States. Plant Dis 101:1910–1917.
- Cupull S, Andréu R, Pérez N, Delgado P, Cupull S (2003). Efecto de *Trichoderma viride* como estimulante de la germinación, en el desarrollo de posturas de cafetos y el control de *Rhizoctonia solani* Kuhn. Centro Agrícola 30 (1)
- Chaves N, Wang A (2004). Combate del moho gris (*Botrytis cinerea*) de la fresa mediante *Gliocladium roseum*. Agronomía Costarricense 28(2):73-85
- Chen F, Duan GH, Li DL, Zhan J (2017). Host resistance and temperature-dependent evolution of aggressiveness in the plant pathogen *Zymoseptoria tritici*. Front Microbiol 8:1217.
- da Silva LL, Moreno HLA, Correia HLN, Santana MF, de Queiroz MV (2020). *Colletotrichum*: species complexes, lifestyle, and peculiarities of some sources of genetic variability. Appl Microbiol Biotechnol 104(5):1891–1904.
- Dubrule G, Pensec F, Picot A, Rigalma K, Pawtowski A, Nicolleau S, Harzic N, Nodet P, Baroncelli R, Le Floch G (2020). Phylogenetic diversity and effect of temperature on pathogenicity of *Colletotrichum lupini*. Plant Dis 104(3):938–950.
- Ezziyyani M, Perez S, Rquena M, Rubio L, Candela M. (2004). Biocontrol por *Streptomyces rochei* -Ziyani-, de la podredumbre del pimiento (*Capscicum annum L.*) causada por *Phytophthora capsici*. Anales de Biología 26:69-78
- Fernandez J, Suarez C (2009). Antagonismo in vitro de *Trichoderma harzianum rifai* sobre *Fusarium oxysporum* Schlecht. f. *passiflorae* en maracuyá (*Passiflora edulis* Sims var. *Flavicarpa*) del municipio zona bananera colombiana. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín. 62(1): 4743-4748

- Flores-Bazauri W, Chico-Ruiz J, Cerna-Rebaza L (2015). Actividad antagonica in vitro de *Clonostachys rosea* sobre *Fusarium oxysporum*, *Alternaria solani* y *Botrytis cinerea*. REBIOL 35(1): 34-42
- Fravel DR (2005). Commercialization and implementation of biocontrol. Annual Review of Phytopathology 43: 337-359.
- Gama AB, Cordova LG, Rebello CS, Peres NA (2021). Validation of a decision support system for blueberry anthracnose and fungicide sensitivity of *Colletotrichum gloeosporioides* isolates. Plant Dis 105(6):1806–1813.
- Gan P, Hiroyama R, Tsushima A, Masuda S, Shibata A, Ueno A, Kumakura N, Narusaka M, Hoat TX, Narusaka Y, Takano Y, Shirasu K (2021). Telomeres and a repeat-rich chromosome encode effector gene clusters in plant pathogenic *Colletotrichum* fungi. Environ Microbiol 23(10):6004–6018.
- Harman, GE (2002). *Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *T. koningii*, *T. hamatum* (Deuteromycetes: Moniliales). Cornell University, Geneva, N. Y. Disponible en: [www.iicasaninet.net/pub/sanueg/html](http://www.iicasaninet.net/pub/sanueg/html)
- Howell, TA (1998). Using the PET network to improve irrigation water management. In: Triplett, L.L. (Ed.), The Great Plains Symposium 1998: The Ogallala Aquifer, Determining the Value of Water Proceedings of the 1988 Great Plains Symposium, March 10–12, 1998, Lubbock, TX, the Great Plains Foundation, Overland Park, KS, 1998; pp. 38–45.
- Huaman G (2001). *Trichoderma* spp. Including *T. harzianum* *T. viride* *T. koningii* and *T. hamatum*. Deuteromycetes, Moniliales (asexual classification system): Universidad de Costa Rica; 2001. Disponible en: <http://www.scielo.sa.cr/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S1651ng=es>.
- Klein D, Eveleigh DE (199). Ecology of *Trichoderma*. In: Kubicek CP, Harman GE, editors. *Trichoderma* and *Gliocladium*. Vol. 1. Basic Biology, Taxonomy and Genetics. London: Taylor and Francis Ltd.; pp. 57–74.
- Lurwanu Y, Wang YP, Wu EJ, He DC, Waheed A, Nkurikiyimfura O, Wang Z, Shang LP, Yang LN, Zhan J (2021). Increasing temperature elevates the variation and spatial differentiation of pesticide tolerance in a plant pathogen. Evol Appl 14(5):1274–1285.
- Molina M, Zaldúa F, Gonzalez V (2006). Selección de hongos antagonistas para el control biológico de *Botrytis cinerea* en viveros forestales en Chile. *Bosque (Valdivia)* 27(2): 126-134
- Monte E (2001). Understanding *Trichoderma*: Between biotechnology and microbial ecology. Int. Microbiol 4: 1-4.
- Mont, R. (2002). Manejo integrado de las enfermedades de las plantas. SENASA. Lima-Perú, pp.50-56.
- Rey M, Delgado J, Rincón M, Limón M, Benítez T (2000). Mejora de cepas de *Trichoderma* para su empleo como biofungicidas. Rev. Iberoam Micol 17: S31-S36.
- Rivera-Fonseca A. (2007). Evaluación y caracterización de la actividad antifúngica de la especie *Quillaja saponaria* Mol. cultivada in vitro en *Botrytis Cinerea* Pers. Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración. Temuco, Chile
- Rodríguez M, Chico-Ruiz J(2013). Efecto antagonico in vitro de *Clonostachys rosea* sobre *Botrytis cinerea* procedente de cultivos de *Vitis vinifera*. REBIOL 33(2): 42-49

Sid Ahmed A., Ezziyani M, Pérez Sánchez C, Candela ME (2003). Effect of chitin on biological control activity of *Bacillus* spp. and *Trichoderma harzianum* against root rot disease in pepper (*Capsicum annuum*) plants. *European Journal of Plant Pathology* 109 (6):633–637

Silva KS, Reboucas TNH, Lemos OL, Bomfim MP, Bomfim AA, Esquivel GL, Barreto APP, José ARS, Dias NO, Tavares GM (2006). Patogenicidad causada pelo fungo *Colletotrichum gloesporioides* (Penz) em diferentes especies fructíferas. *Revista Brasileira de Fruticultura* 28 (1):131-133.

Suarez M. (2008). Antagonismo in vitro de *Trichoderma harzianum* Rifai sobre *Fusarium solani* (Mart) asociado a la marchitez en la maracuyá. *Revista Colombiana de Biotecnología* X (5): 35-43.

Veneros-Terrones R; Cerna-Rebaza L; Chico-Ruiz J. (2017). Efecto de la temperatura en el crecimiento de *Fusarium oxysporum* y *Alternaria solani*. *SAGASTEGUIANA* 5(1): 1-6

Vinale F, Sivasithamparamb K, Ghisalbertic ML, Marra R, Woo SL, Lorito M (2008). *Trichoderma*-plant-pathogen interactions. *Soil Biology & Biochemistry* 40: 1-10.

# INDICADORES DA SUSTENTABILIDADE E DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA DE AGRICULTORES FAMILIARES DO MUNICÍPIO DE BOTUCATU/SP

*Data de aceite: 01/08/2023*

### **Leonardo França da Silva**

Universidade de Federal Viçosa  
Viçosa – Minas Gerais (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0002-9710-8100>

### **Victor Crespo de Oliveira**

Universidade Estadual Paulista  
Botucatu – São Paulo (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0003-2719-9972-5380>

### **Érika Manuela Gonçalves Lopes**

Universidade Federal de Minas Gerais  
Montes Claros – Minas Gerais (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0002-7518-8955>

### **Ana Carolina Chaves Dourado**

Universidade Federal de Viçosa-  
Viçosa – Minas Gerais (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0002-1106-1349>

### **Isabely Cristina Lourenço dos Santos**

Universidade Federal de Viçosa  
Viçosa – Minas Gerais (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0002-6937-6810>

### **Rodrigo Sebastião Machado de Freitas**

Universidade Federal de Viçosa  
Viçosa – Minas Gerais (Brasil)  
<https://orcid.org/0009-0005-0503-1505>

### **Nathalia Soares Barbosa**

Universidade Estadual Paulista  
Botucatu – São Paulo (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0002-7230-8245>

### **Matheus Mendes Reis**

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais  
(IFNMG)  
Januária - Minas Gerais (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0003-2100-2438>

### **Fabiane de Fátima Maciel**

Universidade de Federal Viçosa  
Viçosa – Minas Gerais (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0002-7117-6965>

### **Irene Menegali**

Universidade Federal de Minas Gerais  
Montes Claros – Minas Gerais (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0001-5323-4693>

### **Ariadna Faria Vieira**

Universidade Estadual do Piauí  
Uruçuí- Piauí (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0002-1185-4269>

**RESUMO:** No Brasil, as discussões com enfoque no tema da sustentabilidade têm ganhado notoriedade, principalmente após a ascensão do modelo agrícola convencional. A utilização de indicadores pode ser uma ferramenta essencial na avaliação e mensuração da sustentabilidade. Sendo assim, este estudo teve como objetivo identificar o índice de

sustentabilidade de sistema de produção de agricultores ligados a Associação de produtores rurais do Bairro Chaparral, Município de Botucatu. A metodologia utilizada se deu com base no modelo proposto por Oliveira (2007) e Santos (2013), os quais propuseram analisar a sustentabilidade em um agroecossistema com base em cinco indicadores; econômico, técnico agrônomo, manejo, ecológico e político institucional, obtendo ao final o índice de sustentabilidade de um determinado agrossistema. Os dados foram coletados por meio de entrevistas, com questionários semi-estruturados, realizadas junto ao grupo de agricultores familiares do Bairro Chaparral, de forma presencial. Os resultados obtidos permitiram afirmar que o Bairro Chaparral é considerado sustentável, isto porque, apresenta um índice geral de sustentabilidade de 0,627, podendo ser considerado em um nível de sustentabilidade intermediária, onde o indicador “manejo” teve maior contribuição para a elevação do índice geral. Já o indicador “ecológico” foi o indicador que apresentou a menor contribuição (0,519) dentre os indicadores que compõem o Índice Geral de Sustentabilidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agricultura familiar; Desenvolvimento rural, Políticas públicas

**ABSTRACT:** In Brazil, discussions focusing on the issue of sustainability have gained notoriety, especially after the rise of the conventional agricultural model. The use of indicators can be an essential tool in the evaluation and measurement of sustainability. Therefore, this study aimed to identify the sustainability index of the production system of farmers linked to the Association of Rural Producers of Bairro Chaparral, Municipality of Botucatu. The methodology used was based on the model proposed by Oliveira (2007) and Santos (2013), who proposed to analyze sustainability in an agroecosystem based on five indicators; economic, technical, agronomic, management, ecological and political institutional, finally obtaining the sustainability index of a certain agrosystem. Data were collected through interviews, with semi-structured questionnaires, carried out with the group of family farmers in Bairro Chaparral, in person. The results obtained allowed us to state that the Chaparral neighborhood is considered sustainable, because it has a general sustainability index of 0.627, which can be considered at an intermediate level of sustainability, where the “management” indicator had a greater contribution to the increase in the general index. The “ecological” indicator was the indicator that presented the lowest contribution (0.519) among the indicators that make up the General Sustainability Index.

**KEYWORDS:** Family farming; Rural development, public policies

## 1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, a agricultura familiar exerce um papel relevante não apenas na produção de alimentos, mas também na criação de empregos e renda. Além disso, a agricultura familiar apresenta vantagens ambientais, econômicas e sociais em relação aos outros sistemas de exploração (SOUZA, MELO E SOUZA, 2017). No desenvolvimento sustentável, em especial, no meio rural, a gestão de informações por meio de indicadores possibilita subsidiar ações adotadas por produtores rurais, permitindo as mudanças necessárias ao desenvolvimento sustentável, sendo possível mensurar a sustentabilidade através de avaliação, tornando-se fundamental para o aumento da produção juntamente com a

preservação ambiental (GOMES e MALHEIROS, 2012).

Trazendo esta temática para o cenário estadual, qual seja o estado de São Paulo, este tem uma grande representatividade no cenário agrícola nacional. Ressalta-se que o estado também enfrenta os problemas relacionados a agricultura familiar, além dos desafios no que tangem a organização, e a comercialização dos produtos (DEL FIORI, 2017). Levando para o âmbito municipal, o município de Botucatu foco deste estudo, localiza-se na região centro oeste do estado de São Paulo conhecido por seu papel de destaque por fornecer produtos orgânicos, bem como participante de algumas cadeias produtivas do agronegócio paulista. A cidade de Botucatu é inclusive pioneira na produção biodinâmica do País. Ressalta-se, assim, que a comercialização de hortaliças na região tem grande expressão econômica, tanto para os meios de cultivo convencional quanto o orgânico de produção (SILVA 2019; CAMPOS, 2018).

Se tratando deste escopo, surge a necessidade de realizar estudos visando aferir os impactos sociais, econômicos, e ambientais na vida destes agricultores no município de Botucatu, criando, dessa forma, gradientes de sustentabilidade. Para tanto, o objetivo geral do presente estudo foi de analisar o nível de sustentabilidade da produção agrícola de agricultores familiares ligados à associação dos produtores rurais do bairro do Chaparral e região - Botucatu/SP, por intermédio da estruturação de um índice de sustentabilidade pautado em cinco indicadores de sustentabilidade, sendo eles: econômico, técnico agrônomo, manejo, ecológico, político institucional.

## **2 | MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

A pesquisa foi conduzida no município de Botucatu no ano de 2019 (Figura - 1). Trata-se, de um município brasileiro que se encontra localizado na região centro-oeste do estado de São Paulo, com latitude sul de 22°53'09, longitude oeste de 48°26'42". O acesso se dá pelas rodovias Marechal Rondon e Castelo Branco.

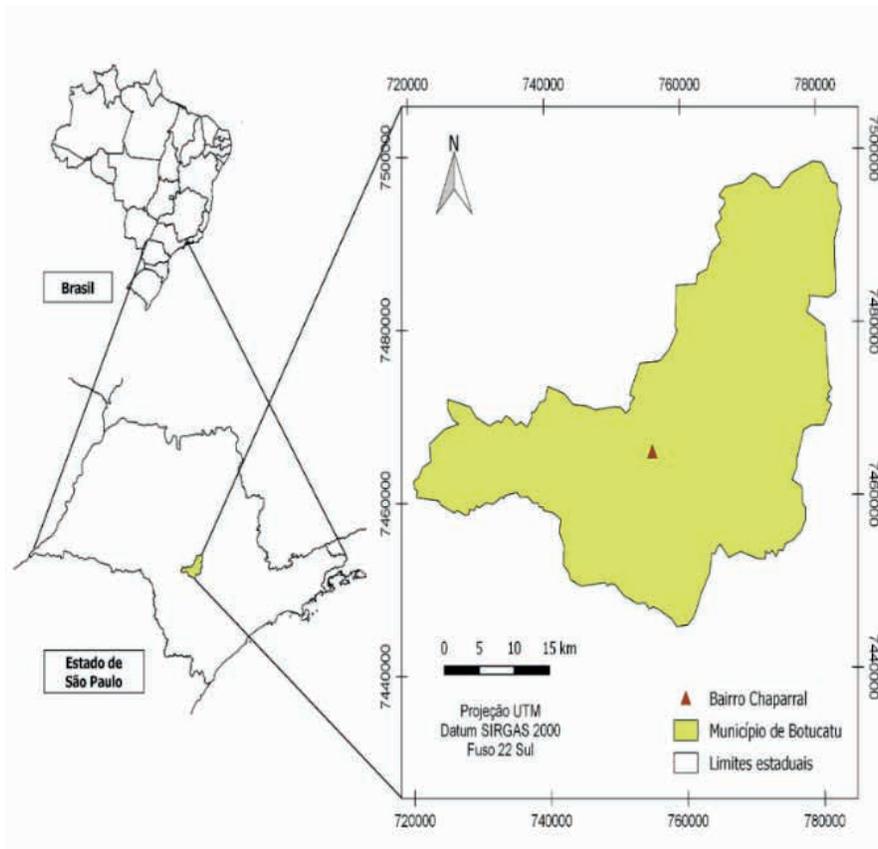


Figura 1 – Localização da área de estudo

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

O Município é caracterizado pelo seu clima ameno, com temperaturas médias de 15 ° C, no período de inverno e 25 ° C no verão. O clima local é classificado como Subtropical Úmido, e a classificação Köppen é do tipo Cwa– Clima Subtropical Úmido (CEPAGRI, 2019). Botucatu está inserido entre as bacias dos rios Tietê, ao norte e Pardo, ao sul, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018). Botucatu tem uma população de 144.820 habitantes, com uma população rural de 4 %, ou seja, 5.794 mil habitantes. Conforme o Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável (CMDRS) e por Campos (2018), o território do município Botucatu é dividido em nove setores rurais compostos por 17 bairros (Figura 3): 1 – Vitoriana, Rio Bonito, Mina, Oiti; 2 – Pátio 8, Morro do Peru; 3 – Demétria, Alto Capivara; 4 – Colônia Santa Marina; 5 – Baixada Serrana, Piapara; 6 – Bairro dos Mouras, Araquá; 7 – Monte Alegre; 8 – Faxinal; 9 – Chaparral, Rubião Junior.

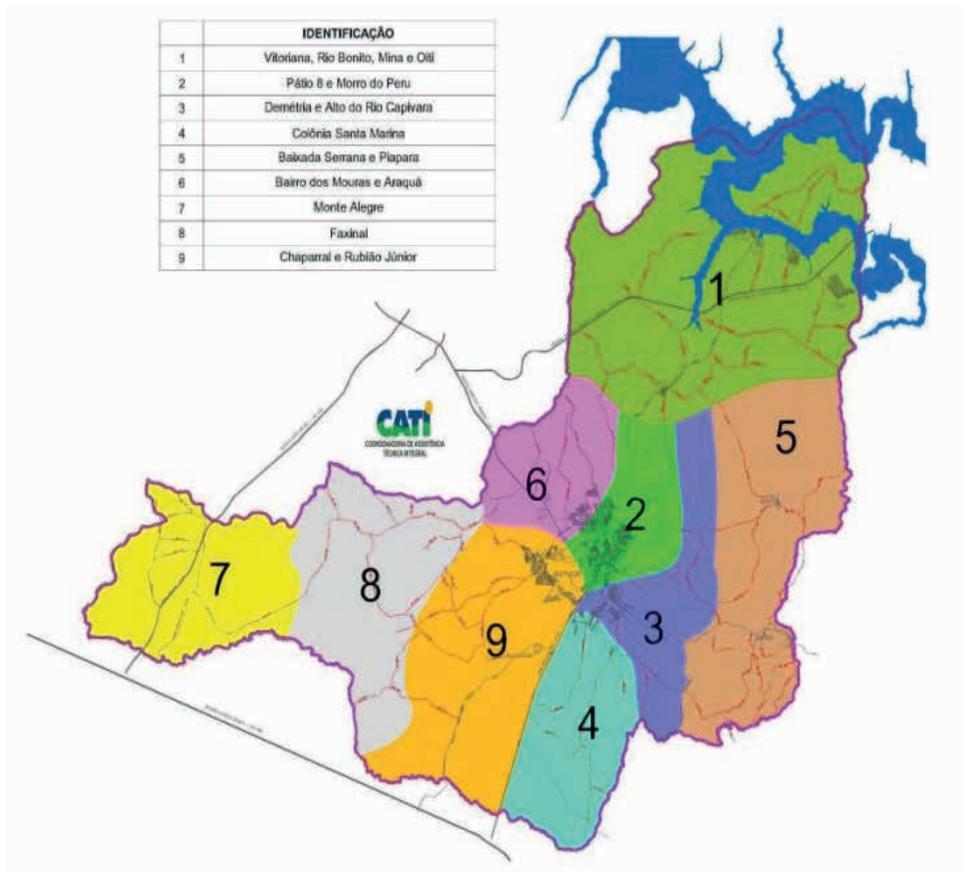


Figura 2 – Destaque para o Município e a identificação dos 9 Setores

Fonte: CMDRS, 2010; CAMPOS, 2018.

## 2.2 CONTRIBUIÇÕES DA METODOLOGIA QUALI-QUANTITATIVA

O desenvolvimento desta pesquisa foi de caráter exploratório. Cervo e Bervian (2002) e Gil (2007) enfatizam que esta metodologia tem como objetivo principal auxiliar na formulação de idéias e hipóteses visando um determinado resultado. Sendo assim, a opção pelo estudo exploratório foi baseada na possibilidade de levar em consideração diversos aspectos de um problema inicial, colocando em evidência o tema proposto. Trata-se também de uma pesquisa descritiva, que busca descrever as particularidades de um determinado fenômeno. Quanto ao tipo, optou por um estudo de caso, conforme Gil (2007), define o estudo de caso pela seleção de “objeto de pesquisa restrito”, com o objetivo de aprofundar-lhe em determinados aspectos e situações.

Os dados primários de campo foram obtidos a partir de entrevistas semi estruturadas junto aos produtores rurais do bairro Chaparral. As entrevistas ocorreram de forma presencial, o que permitiu maior interação dos familiares no momento da entrevista, sendo

antecipadamente combinadas via contato telefônico, ou agendamento prévio. Ao todo foram entrevistados 22 agricultores familiares pertencentes ao bairro Chaparral do Município de Botucatu. Neste estudo, foi aplicado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para todos os agricultores entrevistados. Dessa forma, houve o consentimento dos mesmos em disponibilizar as informações levantadas na entrevista.

### 2.3 ANÁLISE DO ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE

O método para o cálculo do índice de sustentabilidade segue Oliveira (2007) e Santos e Cândido (2013), que desenvolveram um modelo que se propõe a encontrar um índice para os indicadores e variáveis por intermédio da atribuição de pesos (zero e um). O autor Dias (2011), preconiza que, para ser um indicador ideal, o índice de sustentabilidade deve alertar sobre os problemas futuros, antes que eles se tornem graves, ou seja, também trata-se de indicar o que deve ser levado em consideração na resolução de um determinado problema.

Simultaneamente, utilizou-se a metodologia de Khan e Silva (2005), por meio da qual se enquadra os respectivos resultados dos índices em níveis Baixo, Médio e Alto. Esta classificação é adotada pela Organização das Nações Unidas (ONU) e busca demonstrar a atual situação dos agricultores quando estudados sob ponto de vista de sustentabilidade (OLIVEIRA, 2007; SANTOS; CÂNDIDO 2013; KHAN, SILVA, 2005). Desta forma, visando analisar o índice de sustentabilidade dos produtores rurais do Bairro Chaparral os seguintes passos foram adotados, conforme preconizado por Oliveira (2007):

1. Organização das variáveis que compõem cada indicador;
2. Atribuição de escore de cada variável, que assumiram valores de 0 ou 1;
3. O somatório de cada indicador e a média dos mesmos resulta no Índice de Sustentabilidade.

### 2.4 DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE (IS)

Para calcular o Índice de Sustentabilidade em cada propriedade, consequentemente levou-se em consideração a média dos efeitos de vários indicadores. Oliveira (2007), neste contexto preconiza que a contribuição de cada variável “i” em determinado estabelecimento “j” na determinação do indicador “k” é dada pela equação (Oliveira 2007):

$$C_{ijk} = \frac{E_{ijk}}{E_{ik\max}} \quad (1)$$

Onde:

**Eijk**- Escores das variáveis “i” do indicador “k” na propriedade “j” Si máx- Valor máximo da i-ésima variável.

A contribuição média de “m” variáveis, em determinado estabelecimento “j” na determinação do indicador “k” e determinada pela equação (Oliveira 2007):

$$C_{jk} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m C_{ijk} \quad (2)$$

O valor do indicador “k” é obtido da seguinte forma (Oliveira 2007):

$$C_k = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n C_{jk} \quad (3)$$

Descrevem;

i = 1,2, m número de variáveis.

j = 1,2, n número de produtores entrevistados.

k = 1,2, f número de indicadores.

O Índice de Sustentabilidade é então obtido através de (Oliveira 2007):

$$IS = \frac{1}{F} \sum_{k=1}^F (C_k) \quad (4)$$

A classificação do indicador de sustentabilidade pautado na média dos indicadores econômico, técnico-agronômico, manejo, ecológico e político–institucional é similar ao que a ONU (1994) adota para o Índice de Desenvolvimento Humano. Neste caso, a variação do índice considerado é de zero (ausência sustentabilidade) a um (total sustentabilidade), conforme apresentado na Tabela 1:

Indicador	Variável	Resposta	Peso
<b>Indicador Econômico</b>	Principal Atividade econômica é agrícola	sim	1
		não	0
	Atividade agrícola é feita na própria propriedade	não	0
		sim	1
	Renda familiar é resultante apenas da agricultura	não	0
		sim	1
	Há um controle dos custos de suas atividades	não	0
		sim	1
	É agricultor permanente	não	0
		sim	1
<b>Indicador Técnico Agrônomo</b>	Anos de trabalho com agricultura	< 5 anos	0
		5 - 10 anos	1
	Anos de trabalho com agricultura orgânica	< 2 anos	0
		2 -- 5 anos	1
	Os produtos recebem algum tipo de certificação	não	0
		sim	1
	Treinamento para trabalhar com agricultura	não	0
		sim	1
	Utilização de mecanização agrícola	não	0
		sim	1
Usa prioritário de mecanização para o preparo do solo	não	0	
	sim	1	
<b>Indicador Manejo</b>	Rotação de cultura	não	0
		sim	1
	Utilização de Consórcio	não	0
		sim	1
	Adubação verde	não	0
		sim	1
	Faz Adubação orgânica (esterco)	não	0
		sim	1
	utilização de semente selecionada	não	0
		sim	1
Controle de invasoras	não	0	
	sim	1	
Uso de variedades resistentes	não	0	
	sim	1	
Uso de estufa	não	0	
	sim	1	
Irrigação	não	0	
	sim	1	
Controle de doenças com produtos (práticas orgânicas)	não	0	
	sim	1	

<b>Indicador Ecológico</b>	Presença de área de preservação permanente	não	0
		sim	1
	Uso de agrotóxico	não	0
		sim	1
	Uso de fertilizantes químicos	sim	0
		não	1
	Controle natural das pragas e doenças	não	0
		sim	1
	Planta a mesma cultura	sim	0
		não	1
	Utilização de práticas de conservação do solo	não	0
		sim	1
Reciclagem de resíduos	não	0	
	sim	1	
<b>Indicador Político-Institucional</b>	Recebimento de assistência técnica ou financeira do Governo (Federal, Estadual) para incentivar esta atividade	não	0
		sim	1
	Recebimento de assistência da CATI-SP	não	0
		sim	1
	Difusão de Tecnologia	não	0
		sim	1
	Visita ou recebe visitas de outros produtores que utilizam o mesmo método agrícola	não	0
		sim	1

Tabela 1. Tabela dos atributos que confere o Índice de sustentabilidade

Fonte: Oliveira, 2007

Classificação	Intervalo	Categoria
Baixa	$0,0 < IS \leq 0,5$	Insustentável
Média	$0,5 < IS \leq 0,8$	Sustentabilidade Intermediária
Alta	$0,8 < IS \leq 1,0$	Sustentável

Tabela 2. Classificação dos Índices de Sustentabilidade

Fonte: Khan e Silva (2005), Oliveira (2007) Santos e Cândido (2013).

## 2.5 INDICADORES QUE COMPÕEM O IS

Van Bellen (2002) e Romagnolli (2010) revelam que o objetivo principal de um indicador é associar e quantificar informações, buscando deixar sua relevância mais evidente. Neste caso, as informações são simplificadas, o que favorece o processo de comunicação. Dias (2011), afirma que os indicadores são vistos como ferramentas que são compostas por uma ou mais variáveis que, quando agrupadas, demonstram um significado de um determinado fenômeno. Estes indicadores são ferramentas imprescindíveis para auxiliar e orientar o acompanhamento e progresso em direção ao desenvolvimento sustentável.

## 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 INDICADOR ECONÔMICO

O indicador econômico resultou em 0,612. Este valor demonstra que os produtores do bairro Chaparral enquadram-se a em uma sustentabilidade média. Cerca de 60% dos entrevistados relataram dificuldade na gestão de controle de custos nas atividades agrícolas, que interferiu negativamente sob o índice de sustentabilidade. Neste caso, para que ocorra o aumento da produção, torna-se necessário ajustes que devem ser feitos pelos produtores. Sendo assim, o aumento de produção implica em uma série de medidas que devem ser tomadas pelos agricultores, tais como a abertura de novos mercados para escoamento da produção agrícola, ampliação e inserção na política de crédito agrícola e adesão a novas políticas públicas que contemplem agricultores familiares (OLIVEIRA, 2007. SANTOS;CÂNDIDO, 2013).

### 3.2 INDICADOR TÉCNICO – AGRONÔMICO

Por intermédio dos resultados obtidos na pesquisa, observou-se que a variável “anos de trabalho com a agricultura”, teve a maior contribuição para elevação do índice “técnico-agronômico”, verificando-se que 80% dos agricultores trabalham há mais de dez anos com agricultura, sendo uma atividade herdada de seus familiares e transmitida para seus filhos (OLIVEIRA,2007; SANTOS; CÂNDIDO, 2013).

A variável “anos de trabalho com agricultura orgânica” não apresentou contribuição significativa para a elevação do índice, sendo que 47% dos produtores relataram utilizar de técnicas orgânicas a menos de 5 anos. Em relação à variável “certificação dos produtos orgânicos”, 47% dos produtores têm algum tipo de certificação sendo todas realizadas pelo IBD. Um aspecto importante no processo de certificação é a relação de confiança entre os agricultores e consumidores que se estabelece pelo próprio contato face a face (produtor-consumidor) (OLIVEIRA, 2007).

Em relação à variável “treinamento para trabalhar com agricultura”, 47% dos produtores relataram que receberam algum tipo de conhecimento técnico agrônomo, sendo oferecidos pela: Casa da Agricultura do Município de Botucatu, Senar, São Paulo e Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista (FCA-UNESP). As variáveis “utilização de mecanização agrícola” e “uso prioritário de mecanização para o preparo do solo” tiveram contribuição significativa para elevação do índice, sendo que 86% dos produtores utilizam essas tecnologias em algum momento durante o processo produtivo. De modo geral, o indicador “técnico-agronômico”, apresentou sustentabilidade em grau médio, obtendo o índice de 0,568 resultado este inferior ao encontrado por Oliveira (2007), que em seus estudos sobre sustentabilidade com agricultores orgânicos

no município de Ibiapaba estado do Ceará, obteve o índice de 1, e por Santos e Cândido (2013), que obteve resultado de 0,625, em estudos sobre sustentabilidade de agricultores familiares no Município de Lagoa Seca – Paraíba.

### 3.3 INDICADOR MANEJO

Ao analisar as dez variáveis que correspondem ao indicador “manejo”, apenas três contribuíram negativamente, sendo elas: “não utilizar estufas”; o “controle de doenças por meio de práticas orgânicas”, e “não realizar adubação verde”. Em relação às variáveis “adubação verde” e “controle de doenças por meio de práticas orgânicas”, enfatiza-se que 53% dos agricultores atuam com práticas convencionais, sendo que 47% destes realizam técnicas orgânicas durante o processo produtivo.

Entre as variáveis que obtiveram expressividade no indicador “manejo”, ressalta-se, que 100% dos produtores utilizam a prática de rotação de cultura tendo como principal objetivo o equilíbrio da produtividade e a conservação do solo. Considera-se, que todas as unidades de produção são caracterizadas como “pequenas extensões de terra”, observa-se então a necessidade de implantação de mais de uma cultura agrícola, como uma garantia de produção agrícola e conseqüente renda (SANTOS; CÂNDIDO, 2013).

Sendo 80 % dos produtores utiliza plantio consorciado, fato que fortalece o cultivo de plantas diferentes na mesma área de consórcio (realizam adubação orgânica, com esterco bovino, proveniente do próprio sítio. Em relação à variável “utilização de estufa”, 53 % dos produtores não a utilizam devido ao alto custo desse equipamento, o que torna inviável a sua aquisição. Outro fator relacionado a não utilização se dá com os produtores que cultivam as plantas medicinais, uma vez que não há necessidade de estufa para produção sendo cultivada, portanto, em campo.

Em relação à variável irrigação, cerca de 86% utilizam o sistema durante o processo produtivo sendo realizada de três formas: aspersão, gotejamento e irrigação superficial, dependendo da disponibilidade de água. O índice de manejo obteve o resultado 0,7411 enquadrando-se no intervalo de  $0,5 < ICS \leq 0,8$ , que resulta em uma sustentabilidade intermediária. Nota-se, que a maioria das variáveis contribuiu positivamente para o índice de sustentabilidade.

### 3.4 INDICADOR ECOLÓGICO

Pode-se constatar, a partir dos resultados da pesquisa, que as variáveis “área de preservação” e “uso de agrotóxico e fertilizantes químicos”, foram as de menor contribuição para a elevação do índice Ecológico. Somente 47% dos produtores têm Área de Preservação Permanente (APP) em suas propriedades. Fernandes et al., (2015) e Coutinho et al., (2013), enfatizam a importância do uso de área de preservação permanente para o alcance

do desenvolvimento sustentável.

Os autores afirmam que as áreas de preservação têm um papel importante na estabilidade geológica local, na manutenção da biodiversidade e o do fluxo gênico de fauna e flora, além de assegurar o bem estar das populações humanas. Em relação às variáveis “uso de agrotóxico” e de “fertilizantes químicos”, ressalta-se que cerca de 53% dos produtores realizam o cultivo agrícola pelo meio convencional de produção.

Segundo Lopes e Lopes (2011), o sistema dito como “convencional” visa o aumento produtividade agrícola, apresentando significativa dependência de insumos externos (pesticidas, fertilizantes solúveis, máquinas e combustíveis). Este manejo provoca um desequilíbrio ecológico, que pode alterar os processos de auto regulação de pragas agrícolas, diminuindo a capacidade de regeneração dos agroecossistemas diante as adversidades climáticas, e por fim desregula a estabilidade, flexibilidade, resiliência e equidade dos agroecossistemas.

As variáveis “utilização de práticas de conservação do solo” e “reciclagem de resíduos” tiveram participação significativa na composição do índice de sustentabilidade. Sendo que 93% (14 agricultores) dos produtores responderam que realizam algum tipo de prática de conservação do solo sendo a principal mencionada o plantio em curva de nível. Macedo et al., (2009) garantem que o plantio em nível utilizado em estabelecimentos agrícolas de cunho familiar, é capaz de evitar a perda de solo por erosão, auxilia no escoamento da água da chuva o que evita deslizamento e permite melhor infiltração da água.

A “reciclagem dos resíduos” é uma técnica utilizada por 86% dos produtores, sendo a compostagem a mais utilizada. Esta técnica segundo WU et al., (2014), consiste na estabilização da matéria orgânica, advinda de galhos, folhas, entre outros resíduos. Em relação às variáveis “controle natural de pragas e doenças”, “planta a mesma cultura”, 53% dos produtores entrevistados realizam estas práticas agrícolas.

O índice ecológico, apresentou sustentabilidade intermediária, com valor de 0,519 ( $0,5 < ICS \leq 8$ ), nota-se que as variáveis, “área de preservação”, “uso de agrotóxicos”, “uso de fertilizantes químicos”, foram as que mais contribuíram negativamente na elevação do índice.

### 3.5 INDICADOR POLÍTICO INSTITUCIONAL

Verificou-se, que 33% dos entrevistados têm acesso ao crédito rural que se dá via Pronaf – Agroecologia. Esta linha fomenta financiamentos de investimentos em sistemas de produção de cunho agroecológico ou orgânico, financiando os custos relativos à implantação até a manutenção do empreendimento agrícola. Diante desse fato, esta variável foi a que apresentou menor interferência no índice Político – Institucional. Santos (2013), Fialho et al., (2008), preconizam que para que ocorra o fortalecimento de atividades

agrícolas no âmbito da agricultura familiar, torna-se imprescindível que políticas públicas de âmbito Federal, Estadual e/ou Municipal sejam direcionadas a estes produtores.

Com relação à “assistência técnica da CATI – SP”, observou-se que 73% dos entrevistados recebiam assistência técnica local. Este valor é superior ao encontrado por Oliveira (2007), em seus estudos sobre sustentabilidade com produtores orgânicos no Ceará e na Paraíba. Oliveira (2007), verificou que somente um produtor de um grupo amostral composto por 12 agricultores recebiam assistência técnica. Sendo assim, a assistência técnica local (Município de Botucatu) se mostrou eficiente, atendendo maior parte dos agricultores em estudo.

Desta forma, Souza et al., (2015) garantem que a assistência técnica desempenha grande importância para pequenos produtores rurais, auxiliando nas atividades rurais do cotidiano. Dias (2008), enfatiza a relevância do serviço de assistência no que diz respeito a inovação produtiva e garante que esses serviços estão interligados a mudanças significativas nos sistemas de produção agropecuária.

Segundo dados da pesquisa, demonstrou que cerca de 53% (oito produtores) dos produtores rurais já fizeram algum curso para trabalhar da melhor forma com agricultura. A maior parte dos cursos realizados pelos produtores foram oferecidos pelo SENAR – SP, pela Faculdade de Ciências Agrônomicas – da UNESP- Botucatu. Outro fato é que 87% dos entrevistados já realizaram visitas em propriedades que têm o meio de produção igual ou semelhante.

O indicador político-institucional, demonstrou que os agricultores do bairro Chaparral são assistidos com assistência local. Sendo assim, este indicador obteve o índice de 0,697 valor superior ao encontrado por Santos e Cândido (2013) e Oliveira (2007). Verifica-se que a maioria das variáveis contribuiu positivamente para o alcance do índice de sustentabilidade. Este valor reflete em sustentabilidade intermediária. Nesse sentido, Santos e Cândido (2013) e Oliveira (2007), observaram que para ocorrer a elevação deste índice seria fundamental a implantação política públicas, quer seja em âmbito Federal, Estadual e/ou Municipal, de modo a promover a agricultura familiar.

### **3.6 ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE**

Com base em todos resultados encontrados a partir das análises individuais de cada Índice de Sustentabilidade, ao qual integra o modelo proposto por Oliveira (2007), foi possível visualizar com maior facilidade, as principais causas que contribuíram para o resultado do Índice Geral de Sustentabilidade dos Produtores Rurais do Bairro Chaparral, localizado em Botucatu, estado de São Paulo. Na Tabela 3, apresenta-se o índice geral de sustentabilidade dos produtores rurais do Bairro Chaparral, correspondente à média de todos os indicadores que compõe.

Indicadores Individuais	Índice Sustentabilidade Geral do Bairro Chaparral
Econômico	0,612
Técnico – Agrônômico	0,568
Manejo	0,741
Ecológico	0,519
Político – Institucional	0,697
Índice de Sustentabilidade Geral	0,627

Tabela 3 – Índices individuais obtidos nos respectivos indicadores

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Observa-se que todos os indicadores contribuíram positivamente para o Índice de Sustentabilidade Geral. Entretanto, o índice que teve maior participação foi o “Manejo” (0,741), onde os agricultores realizam práticas de conservação do solo, rotação de cultura, e reciclagem de resíduos provenientes das atividades agrícolas.

Em contrapartida, os indicadores que obtiveram a menor contribuição para integralização do índice de sustentabilidade foi o “Ecológico” (0,519) e o “Técnico Agrônômico” (0,568). Assim sendo, nota-se, que os agricultores do Bairro Chaparral, tem um Índice Geral de Sustentabilidade de 0,627, que corresponde uma sustentabilidade intermediária, considerado o intervalo  $0,5 < IS \leq 0,8$  de acordo com a ONU (1994).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível determinar que os processos agrícolas que vêm sendo praticados pelos agricultores do Bairro Chaparral, podem ser considerados sistemas sustentáveis de produção, apresentando um índice geral de sustentabilidade de 0,627, sendo classificado como “sustentabilidade intermediária” onde os intervalos estão entre  $0,5 < IS \leq 0,8$ . Alguns dos indicadores tais como: “Ecológico” e “Técnico Agrônômico” (apresentaram menores coeficientes), poderiam ter melhor contribuição no Índice Geral de Sustentabilidade. Já o indicador Manejo teve uma boa contribuição significativa, sendo que os agricultores que residem no Bairro Chaparral têm comumente na realização das suas práticas técnicas de rotação de culturas, utilização de consórcio, uso de irrigação, que contribuem para a sustentabilidade de maneira geral, os produtores do Bairro Chaparral, apresentam índices que viabilizam o alcance da sustentabilidade em suas atividades.

## REFERÊNCIAS

CAMPOS, M. G. **Análise da diversidade dos sistemas de produção na horticultura no contexto do desenvolvimento do município de Botucatu – SP**. 130 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2018.

CATI – COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. **Projeto de Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária - LUPA 2007/2008**: Censo Agropecuário do Estado de São Paulo. São Paulo, IEA, CATI, SAA, 2009.

CEPAGRI METEOROLOGIA UNICAMP. Clima dos Municípios Paulistas. Disponível em: <<https://www.cpa.unicamp.br/graficos>>. Acesso em: 09 Maio. 2023.

CERVO, A. L. BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

DEL FIORI, DIOGO. Agricultura familiar no estado de são paulo: caracterização e problemas. **NEXOS ECONÔMICOS**, v. 10, p. 83, 2017.

DIAS, M. M. Políticas públicas de extensão rural e inovações conceituais: limites e potencialidades. *Revista Perspectivas em Políticas Públicas*, Belo Horizonte, v.1, n.1, p.101-114, 2008.

DIAS, R. **Gestão ambiental responsabilidade social e sustentabilidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2011.

FERNANDES, F. H. S.; MOREIRA, A. A.; COSTA, A. O.; NERY, C. V. M. **Delimitação das áreas de preservação permanente no município de Monte Azul/MG**. *Revista Monografias Ambientais*, Santa Maria, v.14, n.1, p.154-165, 2015.

FIALHO, MARCO A. VERARDI; WAQUIL, PAULO DABDAB. DESENVOLVIMENTO RURAL: Concepções e Referências Para a Proposição de Políticas Públicas de Desenvolvimento nos Territórios Rurais. **Revista Extensão Rural**, DEAER/CPGExR CCR – UFSM, Ano XV, Porto Alegre, RS. Jan – Jun de 2008

GOMES, P. R.; MALHEIROS, T. F. Proposta de análise de indicadores ambientais para apoio na discussão da sustentabilidade. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 8, n. 2, p. 151-169, 2012

KHAN, A. S.; SILVA, L. M. R.; Capital social das comunidades beneficiadas pelo Programa de Combate à Pobreza Rural -PCPR/Projeto São José -PSJ - Estado do Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília-DF, v. 43, n. 1, p. 101-117, 2005.

LOPES, P.R.; LOPES, K.C.S.A. Sistemas de produção de base ecológica - a busca por um desenvolvimento rural sustentável. **Revista Espaço de Diálogo e Desconexão**, Araraquara, v.4, n.1, 2001. Disponível em: <<http://seer.fclar.unesp.br/redd/article/view/5047/4185>>. Acesso em: 01 Maio. 2023.

MACEDO, J. R.; CAPECHE, C. L.; MELO, A. S. **Recomendação de manejo e conservação de solo e água**. Niterói: EMBRAPA/Programa Rio Rural, 2009.

OLIVEIRA, A.F.S. **A sustentabilidade da agricultura orgânica familiar dos produtores associados à APOI (Associação dos Produtores Orgânicos da Ibiapaba-CE)**. 2007. 97f. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Ceará, Ceará.

ROMAGNOLLI, R. **Metodologia preliminar de avaliação ambiental, com base no ciclo da água, aplicada ao planejamento urbano em municípios de pequeno porte no norte do Paraná**. 2010. 177 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

SANTOS, J. G.; CÂNDIDO, G. A. Sustentabilidade e agricultura familiar: um estudo de caso em uma associação de agricultores rurais. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 7, n. 1, p. 69-85, 2013.

SILVA, H. E. R. **Sustentabilidade de sistemas de produção de hortaliças em propriedades rurais de Botucatu e região**. 2019.97 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2019.

SOUSA, W. D.; MELO, F.K.E.; SOUSA, E.P. Sustentabilidade da agricultura familiar no município de Barro –CE. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v.6, n.2, p.302-327, 2017.

SOUZA, J. T. A.; FARIAS, A. A.; CORREIA, F. G.; COSTA, C. A. G.; OLIVEIRA, S. J. C. Associativismo, assistência técnica e extensão rural como políticas públicas para a geração de desenvolvimento sustentável na agricultura familiar em Taperoá-PB. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.8, n.2, p.303-308, 2015.

VAN BELLEN, HANS MICHAEL. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

WU, T.Y.; LIM, S.L.; LIM, P.N.; SHAK, K.P.Y. Biotransformation of biodegradable solid wastes into organic fertilizers using composting or/and vermicomposting. **Chemical Engineering Transactions**, v.39, n.1, p.1579-1584, 2014.

# MULTILICAÇÃO E CONSERVAÇÃO *IN VITRO* DE *MENTHA X VILLOSA* HUDS

Data de aceite: 01/08/2023

### Rafaela Fonseca Lopes

Centro Universitário Maria Milza –  
UNIMAM. Governador Mangabeira-Ba.

### Mariane de Jesus da Silva de Carvalho

Centro Universitário Maria Milza –  
UNIMAM. Governador Mangabeira-Ba.

### Weliton Antônio Bastos de Almeida

Centro Universitário Maria Milza –  
UNIMAM. Governador Mangabeira-Ba.

**RESUMO:** *Mentha x villosa* Huds, conhecida popularmente como hortelã miúda, é uma planta medicinal muito utilizada para o tratamento de distúrbios gastrointestinais. Através das metodologias de cultivo de tecidos vegetais *in vitro* tem sido possível a multiplicação e conservação *in vitro* de fontes vegetais, possibilitando o desenvolvimento comercial de várias espécies. Neste sentido, objetivou-se no presente trabalho estabelecer um protocolo de multiplicação e conservação *in vitro* da *Mentha x villosa* Huds, visando à disponibilização de mudas para gestores de saúde e estabelecimento de farmácias vivas. Para isso, segmentos nodais retirados de plantas cultivadas em campo foram devidamente desinfestados

e inoculados em placas de Petri contendo o meio de cultura MS, suplementado com 30 g L<sup>-1</sup> de sacarose, e mantidos em sala de crescimento sob condições controladas. Após 21 dias, os explantes responsivos foram reintroduzidos em placas de Petri contendo o mesmo meio de cultura, suplementado 1,0 mg L<sup>-1</sup> de BAP. Com 45 dias de cultivo, os explantes foram transferidos para frascos contendo o meio MS, suplementado com 30 g L<sup>-1</sup> de sacarose e BAP nas concentrações de 0,0; 0,5; 1,0; 1,5 mg L<sup>-1</sup>. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente causalizado, com 6 repetições, sendo cada repetição constituída de um frasco contendo três segmentos nodais. Após 60 dias, foram avaliados o percentual de explantes responsivos (explantes com desenvolvimento de brotos) e o número de brotações por explantes. Posteriormente, as plantas foram aclimatizadas, por 30 dias, sendo avaliada a porcentagem de sobrevivência ao final da aclimatização. Algumas plantas oriundas da micropopagação foram utilizadas em ensaios de conservação *in vitro*, onde segmentos nodais com aproximadamente 1,5 cm, foram inoculados em meio de cultura MS em diferentes concentrações (MS, MS/2 e MS/4) e com distintas concentrações de

sacarose (15 e 30 g L<sup>-1</sup>), mantidos em câmara climatizada BOD sob condições controladas. Após 30 dias de cultivo, as plantas foram avaliadas, utilizando as seguintes variáveis: altura da planta, número de folhas senescentes, número de ramificações e número de raízes. Após 120 dias foi realizada outra avaliação para verificar viabilidade das plantas em relação aos tratamentos, com as variáveis descritas anteriormente. A adição do BAP no meio de cultura proporcionou um aumento na multiplicação *in vitro* de brotos de hortelã, especificamente na concentração de 1,5 mg L<sup>-1</sup>. Na aclimatização observou-se sobrevivência de 100% das plantas. Os resultados indicam que é possível a conservação *in vitro* de plantas de hortelã sem subcultivar por um período de 120 dias, utilizando o meio MS na metade e a 1,4 de sua concentração e adição de 30 g L<sup>-1</sup> de sacarose.

**PALAVRAS-CHAVE:** Hortelã Rasteira. Planta Medicinal. Micropopagação. Crescimento mínimo.

## INTRODUÇÃO

*Mentha x villosa* Huds é uma planta de fácil cultivo, porém não suporta deficiência de água (CASTRO; CHEMALE, 1995; CARRIONDE, 1996). O cultivo da hortelã rasteira se concentra no Brasil em regiões do Sul do país, onde os dias são longos e clima ameno, devido à facilidade da espécie se desenvolver (LORENZI; MATOS, 2008). Além do clima favorável para o cultivo, se faz necessário uma maior atenção na escolha das plantas que serão cultivadas, como também nos cuidados em relação ao canteiro, com o objetivo de evitar o cruzamento com outras espécies, ou até mesmo com outros tipos de hortelã (MATOS, 1998).

A região sul do Brasil merece destaque devido à produção em larga escala de hortelã, conferindo ao país o título de maior exportador mundial de óleo essencial, entretanto passou a grande importador devido às baixas produções tecnológicas (LORENZI; MATOS, 2008). A manutenção da variabilidade genética de espécies vegetais é de extrema importância, pois evita a erosão genética intensa causada pelo extrativismo ou mesmo pela seleção de poucos genótipos (SILVEIRA et al., 2009). No Brasil as plantas medicinais são colhidas através do extrativismo e as que estão sendo cultivadas encontram-se no estágio inicial de domesticação. Este extrativismo dispensa o cultivo sistematizado, provocando degradação do meio ambiente, gera baixa qualidade do material vegetal, ocasiona variação do produto e coloca em risco a perpetuação das espécies (CHAVES, 2001).

Considerando-se tais limitações, torna-se fundamental o desenvolvimento de estratégias, que tenham como propósito a produção de mudas homogêneas, gerando biomassa em larga escala para estudos químicos e farmacológicos, além de servir para proteger o germoplasma existente (OKSMAN-CALDENTY et al., 2004; LIMA et al., 2007). Neste contexto, a aplicação das técnicas de cultura de tecidos em plantas medicinais tem se mostrado uma estratégia promissora na exploração sustentável das espécies medicinais (MORAIS et al., 2012).

Dentre as técnicas de cultivo *in vitro*, a micropopagação vegetal, merece destaque pela produção rápida de materiais propagativos, livres de doenças e pragas, com elevada qualidade genética em tempo reduzido. Por meio dessa técnica é possível produzir grandes quantidades de plantas uniformes ao longo de todo o ano, sob condições controladas, sem a influência das variações climáticas (LEVY; LEVY, 1991; GRIOLLI, 2008; ROCHA, 2009). Em virtude das limitações aos métodos convencionais de conservação *ex sito* e *in sito*, tecnologias alternativas, como a conservação *in vitro* tem sido desenvolvidas e aperfeiçoadas (EMBRAPA, 2010).

A conservação *in vitro* é uma técnica eficaz de preservação de germoplasmas em médio período de tempo, de baixo custo, de simples manuseio e que expressa como principais vantagens, comparando com a conservação no campo, o reduzido espaço de armazenamento, rápida multiplicação de material vegetal livre de pragas e patógenos presentes no campo e independência das circunstâncias climáticas (SANTOS et al., 2011).

Tendo em vista a inserção de terapias alternativas através das plantas medicinais no âmbito do Sistema Único de Saúde - SUS, assim como o interesse das indústrias farmacêuticas pela *Mentha x villosa* Huds, não só pela produção de óleo essencial, como também pelo seu valor medicinal, apontam a necessidade de produção em larga escala e conservação desta planta. Dessa forma, objetivou-se no presente trabalho estabelecer um protocolo de multiplicação e conservação *in vitro* da *Mentha x villosa* Huds, visando à disponibilização de mudas para gestores de saúde e estabelecimento de farmácias vivas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Como material vegetal, foram utilizados segmentos nodais proveniente de plantas de *Mentha x villosa* Huds cultivadas em uma residência localizada no município de Sapeaçu-BA.

### Estabelecimento *in vitro*

Os segmentos nodais foram lavados em água corrente e posteriormente passaram por um processo de desinfestação, onde inicialmente foram imersos em álcool a 70% durante 1 minuto, seguida da imersão em solução de hipoclorito de sódio (NaOH) e água na proporção de 1:1, sob agitação durante 15 minutos e, em seguida, passaram por uma tríplice lavagem em água estéril em câmara de fluxo laminar. Posteriormente, os explantes foram introduzidos em placas de Petri (100 x 15 mm) contendo o meio de cultura MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962), suplementado com 30 g L<sup>-1</sup> de sacarose, 1,0 mg L<sup>-1</sup> do fungicida Carbomax® solidificado com ágar (0,7%) e pH ajustado em 5,8. Foram utilizados 3 a 4 explantes por placa. Após a inoculação, os explantes foram mantidos, durante 21 dias, em sala de crescimento com temperatura de 25 ± 2° C e fotoperíodo de 16 horas e 40 μM m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> de intensidade luminosa.

## **Multiplicação *in vitro***

Os explantes responsivos foram reintroduzidos em placas de Petri contendo meio de cultura MS, suplementado com 30 g L<sup>-1</sup> de sacarose e 1,0 mg L<sup>-1</sup> de 6-benzilaminopurina (BAP). Após 45 dias de cultivo, segmentos nodais das plantas oriundas das brotações, com aproximadamente 1,5 cm de tamanho, foram transferidos para frascos contendo o meio de cultura MS, suplementado com 30 g L<sup>-1</sup> de sacarose e BAP nas concentrações de 0,0; 0,5; 1,0; 1,5 mg L<sup>-1</sup>. Ao final dos 60 dias, foram avaliados o percentual de explantes responsivos (explantes com desenvolvimento de brotos) e o número de brotações por explantes. Após a etapa de multiplicação, os explantes foram transferidos para meio de cultura MS sem adição de BAP, visando o desenvolvimento de raízes e posterior aclimatização dos materiais.

## **Aclimatização**

Nesta etapa, as plantas foram retiradas dos frascos e as raízes lavadas em água corrente com o objetivo de retirar o excesso do meio de cultura. Posteriormente, foram transferidas para garrafas plásticas do tipo PET (2 litro), com quatro pequenos furos na base para escoar o excesso de água. A passagem das plantas do ambiente *in vitro*, que apresenta alta umidade relativa do ar, completa assepsia, iluminação, temperatura e fotoperíodo controlados, para o *ex vitro* deve ser gradual (EMBRAPA, 2011). Isso foi conseguido por meio da disposição das plantas dentro da garrafa PET, com abertura gradual das tampas. Para isso, as garrafas foram cortadas na metade de sua altura para facilitar a adição do substrato (terra vegetal autoclavada) e a inoculação da planta e, em seguida, foram novamente fechadas por sobreposição das metades. No primeiro dia após a aclimatização, no período matutino, retirou-se a tampinha da garrafa por 10 minutos, no segundo dia por 20 minutos e foi aumentando-se o tempo gradualmente até a retirada completa da tampinha, quando as mudas já estavam adaptadas ao meio ambiente. Após 30 dias, as mudas encontravam-se totalmente aclimatizadas. Durante o período de aclimatização, as plantas foram irrigadas com auxílio de um borrifador, de forma a manter o substrato úmido. Esta exposição progressiva das plantas às condições ambientais teve o objetivo de minimizar o estresse e aumentar o número de plantas sobreviventes. A porcentagem de sobrevivência foi avaliada ao final da aclimatização.

## **Conservação *in vitro***

Algumas plantas oriundas da micropopagação foram utilizadas em ensaios de conservação *in vitro*, onde segmentos nodais com aproximadamente 1,5 cm, foram inoculados em meio de cultura MS nas seguintes concentrações: MS, MS/2 e MS/4, com diferentes concentrações de sacarose (15 e 30 g L<sup>-1</sup>) e mantidos em câmara climatizada BOD na temperatura de 20°C, com fotoperíodo de 16 horas e 40 µM m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> de intensidade

luminosa.

Após 30 dias de cultivo foi realizada a primeira avaliação utilizando as seguintes variáveis: altura de planta (AP), em cm, número de folhas senescentes (NFS), número de ramificações (NRF) e número de raízes (NR). Posteriormente, foi realizada uma segunda avaliação aos 120 dias de cultivo, para verificar a viabilidade das plantas em relação aos tratamentos, com as variáveis descritas anteriormente.

## **Delineamento experimental e análise dos dados**

O delineamento experimental utilizado no experimento da etapa de micropropagação foi inteiramente causalizado, analisando cinco concentrações de BAP (0,0; 0,5; 1,0; 1,5 mg L<sup>-1</sup>), com 6 repetições, sendo cada repetição constituída por um frasco contendo três segmentos nodais.

Na conservação *in vitro*, o experimento foi estabelecido em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial (3 x 2 x 2) do tipo parcela subdividida no tempo, analisando três concentrações de meio de cultura (MS, MS/2 e MS/4), duas concentrações de sacarose (15 e 30 g L<sup>-1</sup>) em duas épocas de avaliações (30 e 120 dias).

Os dados resultantes das avaliações das plantas foram submetidos à análise variância (ANAVA). As médias dos diferentes tratamentos foram comparadas pelo teste F e Tukey a 5% de probabilidade. As variáveis NFS, NRF e NR foram transformadas para  $\sqrt{x+0,5}$ , visando o atendimento das pressuposições da ANAVA. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software estatístico SAS – statistical analysis system (SAS Institute, 2004).

## **RESULTADO E DISCUSSÃO**

### **Multiplicação *in vitro***

Na etapa de micropropagação, observou-se que não houve diferenças significativas entre os tratamentos para o percentual de explantes responsivos, sendo de 100% nas concentrações de 0,0; 1,0 e 1,5 mg L<sup>-1</sup> de BAP. (Figura 1). Em plantas do mesmo gênero (*Mentha x piperita*) o BAP favoreceu a regeneração dos segmentos nodais inoculados *in vitro* e, quando combinado ao GA<sub>3</sub>, a brotação dos explantes (MORAIS; ASMAR; LUZ, 2014). Da mesma forma, efeito relevante da citocinina BAP foi observado por Brito (2007), trabalhando com a babosa (*Aloe vera* L.), verificou que no processo de desenvolvimento *in vitro* da planta, as brotações apresentaram um bom desempenho tanto no desenvolvimento da parte aérea quanto no radicular, apresentando uma percentagem de 100% de plantas enraizadas.

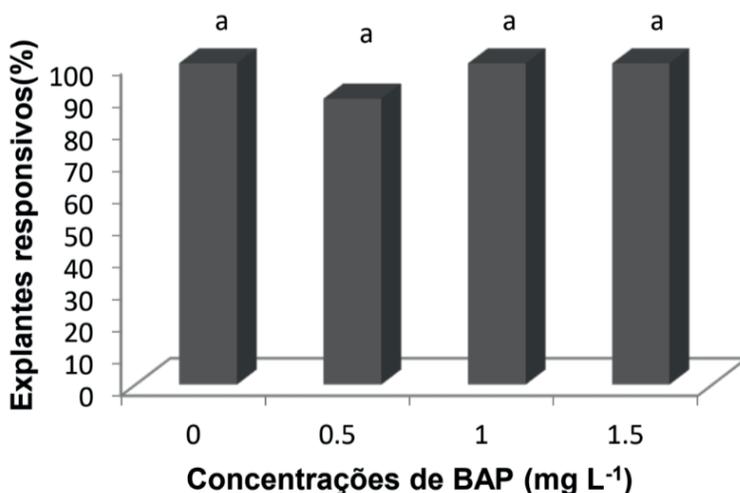


Figura 1: Porcentagem de explantes responsivos em função das concentrações de BAP.

Em relação ao número de brotos por explantes, o meio MS contendo 1,5 mg L<sup>-1</sup> de BAP foi aquele que apresentou a melhor resposta, com média de 9,2 brotos. Por outro lado, a ausência deste regulador vegetal resultou em baixa produção de brotos (média de 4 brotos/explantes) (Figuras 2 e 3). Neste sentido, a adição da citocinina BAP foi um fator determinante para o incremento da taxa de multiplicação *in vitro* da espécie.

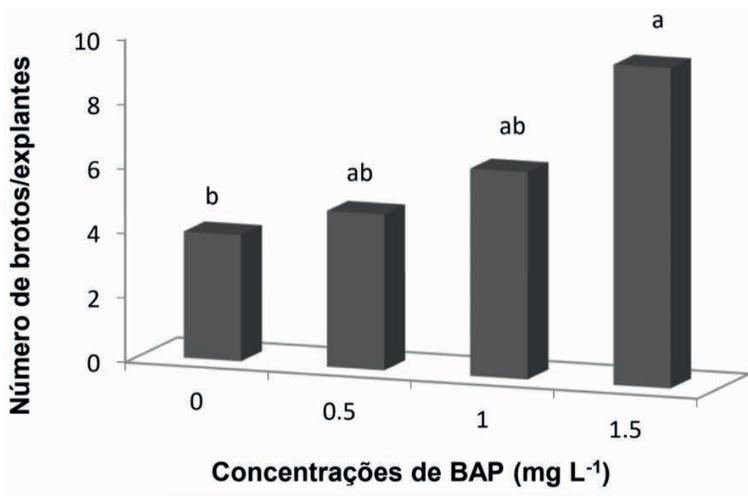


Figura 2: Número de brotos/explante em função das concentrações de BAP.

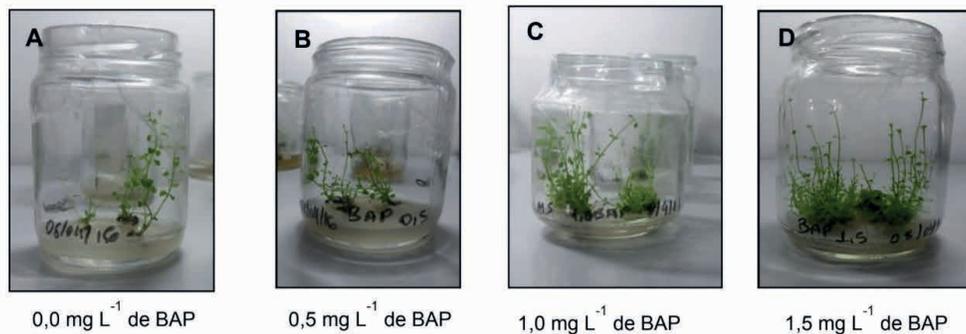


Figura 3: Plantas de *Mentha x villosa* Huds cultivadas *in vitro* em diferentes concentrações de BAP: (A) 0,0 mg L<sup>-1</sup>; (B) 0,5 mg L<sup>-1</sup>; (C) 1,0 mg L<sup>-1</sup> e (D) 1,5 mg L<sup>-1</sup>.

A citocinina BAP (6-benzilaminopurina) tem sido muito eficaz para viabilizar a multiplicação *in vitro* em diversas espécies, sendo apontada em diversos trabalhos como excelente fitoregulador, como exemplo, na multiplicação de brotações de *Mentha arvensis* L. (PHATAK; HEBLE, 2002), *Amburana acreana* (FERMINO JÚNIOR; PEREIRA, 2012) e *Mimosa caesalpinifolia* (BEZERRA et al., 2014). Os resultados descritos nessas espécies, assim como no presente trabalho, indicam que o aumento na concentração desse regulador (BAP) foi decisivo para o aumento do número de brotações.

Resultado semelhante ao observado neste trabalho foi encontrado por Asmar et al. (2012), onde utilizou-se concentrações de BAP no cultivo *in vitro* de brotos de *Lippia alba* e evidenciaram que a concentração de 1,5 mg L<sup>-1</sup> de BAP promoveu a multiplicação da espécie. Estudo realizado por Navroski et al. (2014), constatou que na multiplicação *in vitro* da segurelha (*Satureja hortensis* L.), a citocinina BAP induziu o aumento de brotações da espécie. No que se refere ao efeito do BAP no cultivo *in vitro* de plantas medicinais, Vicente et al. (2009) trabalhando com *Vernonia condensata* Baker, constataram que a concentração de 1,0 mg L<sup>-1</sup> de BAP foi a que proporcionou a melhor resposta em relação ao número de brotos por explantes.

Nesta perspectiva, podemos verificar que o efeito benéfico do BAP na multiplicação das brotações está associado com a influência desse regulador de crescimento na divisão celular e na quebra de dominância apical (BRUM; SILVA; PASQUAL, 2002).

## Aclimatização

Na etapa de aclimatização, observou-se que 100% das plantas sobreviveram e apresentaram desenvolvimento satisfatório, independente da concentração de BAP utilizada na etapa de multiplicação (Figura 4), o que comprova a eficiência da metodologia utilizada neste trabalho para aclimatização das plantas.

Resultados semelhantes foram observados nas espécies medicinais alumã

(*Vernonia condensata* Baker) e anador (*Justicia pectoralis* Jack), onde Vicente et al. (2009) observaram que na fase de aclimatização houve 100% de sobrevivência, independente da concentração de BAP utilizada. Da mesma maneira, Brito (2007) relatou que as mudas de babosa (*Aloe vera* L.) enraizadas *in vitro* apresentaram 100% de sobrevivência na etapa de aclimatização, porém não utilizou garrafas do tipo PET, mas copos plásticos descartáveis (30 mL). Além das espécies medicinais mencionadas, verificou-se que em palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*) a taxa de sobrevivência das plantas levadas ao ambiente *ex vitro* na etapa de aclimatização foi de 100%, após um período de 30 dias (SILVA, 2017).

Conforme Souza et al. (2015) a aclimatização é a etapa mais crítica do cultivo *in vitro* e pode comprometer a produção das mudas de algumas espécies, uma vez que as plantas são expostas a mudanças drásticas em relação às condições ambientais, sendo a perda de água um dos principais problemas. Nesse sentido, a obtenção de microplantas com as raízes bem desenvolvidas é de suma importância para a sua existência e crescimento em novas condições ambientais, como as correspondentes na aclimatização (PIO et al., 2002).

A metodologia utilizada neste trabalho para a aclimatização das microplantas de hortelã mostrou-se eficiente e pode ser recomendada para plantas oriundas da micropopagação desta espécie medicinal. Além disso, constitui-se em uma alternativa de reciclagem para as garrafas do tipo PET, contribuindo assim para a sustentabilidade ambiental.



Figura 4: Plantas de *Mentha x villosa* Huds oriundas do cultivo *in vitro*, acondicionadas em garrafas do tipo PET, contendo terra vegetal, durante a etapa de aclimatização.

### Conservação *in vitro*

Na tabela 1 encontram-se os efeitos dos fatores isolados e da interação entre os fatores concentrações do meio de cultura MS, concentrações de sacarose e épocas de avaliação.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio				
		AP	NFV	NFS	NRF	NR
Épocas (E)	1	6714,07 <sup>ns</sup>	1268,45 <sup>*</sup>	79,14 <sup>ns</sup>	522,68 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>
Meios (M)	2	687,30 <sup>ns</sup>	148,44 <sup>ns</sup>	9,56 <sup>ns</sup>	48,90 <sup>ns</sup>	2,25 <sup>ns</sup>
Sacarose (S)	1	51,71 <sup>ns</sup>	17,47 <sup>ns</sup>	8,20 <sup>ns</sup>	9,36 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>
erro 1	2	495,93	56,71	17,75	30,45	3,03
E x M	2	495,93 <sup>**</sup>	56,71 <sup>**</sup>	17,75 <sup>**</sup>	30,45 <sup>**</sup>	3,03 <sup>**</sup>
E x S	1	4,21 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	0,96 <sup>ns</sup>	2,80 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>
M x S	2	154,65 <sup>**</sup>	36,31 <sup>**</sup>	2,23 <sup>ns</sup>	5,10 <sup>**</sup>	9,17 <sup>**</sup>
E x M x S	2	135,29 <sup>**</sup>	42,25 <sup>**</sup>	1,15 <sup>ns</sup>	11,24 <sup>**</sup>	0,08 <sup>ns</sup>
erro 2	206	23,03	2,83	1,00		0,37
CV (%)		39,73	19,42	41,46	28,37	19,52
Média Geral		12,08	86,03	7,09	15,74	9,83

GL grau de liberdade, \*\*, \* significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F. <sup>ns</sup> não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 1. Resumo da análise de variância das variáveis: altura de planta (AP), em cm, número de folhas verdes (NFV), número de folhas senescentes (NFS), número de ramificações (NRF) e número de raízes (NR) de plantas de *Mentha x villosa* Huds, cultivadas *in vitro* em diferentes concentrações do meio de cultura MS e de sacarose durante 30 e 120 dias.

Para a característica AP, observou-se que com 30 dias de cultivo não houve diferença significativa entre as concentrações do meio de cultura MS, assim como entre as concentrações de sacarose analisadas. No entanto, após 120 dias a menor média de AP foi observada utilizando o meio de cultura MS a 1/4 de sua concentração e adição de 30 g L<sup>-1</sup> de sacarose, conforme podemos observar na tabela 2. Este resultado é um indicativo de que a menor concentração de nutrientes no meio de cultura MS associada a uma maior concentração de sacarose foi favorável para a condição de crescimento mínimo, o que é desejável, visto que um dos principais objetivos da conservação *in vitro* é aumentar o tempo de permanência da planta no mesmo meio de cultura, prolongando, conseqüentemente, o intervalo entre os subcultivos.

Concentrações do meio MS	Concentrações de sacarose (g L <sup>-1</sup> )	
	15	30
Após 30 dias		
1/1	3,92 aA	5,25 aA
1/2	5,98 aA	7,24 aA
1/4	5,66 aA	6,64 aA
Após 120 dias		
1/1	13,21 bB	16,90 bA
1/2	20,30 aB	24,15 aA
1/4	14,58 bA	9,02 cB

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ) e médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ( $P < 0,05$ ).

Tabela 2. Valores médios de altura de planta (cm) de *Mentha x villosa* Huds, cultivadas *in vitro* em diferentes concentrações do meio de cultura MS e de sacarose durante 30 e 120 dias.

O resultado obtido no presente trabalho, em relação a variável altura da planta, contrapõe com os encontrados por Lima (2016) na conservação *in vitro* de *Orthophtum mucugense* no qual aponta que quanto maior a concentração de sacarose utilizada no meio de cultura, maior será o comprimento da parte aérea das plantas cultivadas *in vitro*. Em estudo com a cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), Oliveira (2011) também evidenciou maior incremento da parte aérea de plantas cultivadas *in vitro* quando aumentou a concentração do carboidrato. Carvalho et al. (2014) destaca que podem ocorrer variações entre plantas de um mesmo genótipo conservadas *in vitro*, por isso que são necessários estudos com outros genótipos para definir protocolos de conservação *in vitro*. Corroborando com os autores supracitados, Watt et al. (2004) ressaltam que espécies e cultivares possuem características genéticas próprias, dessa forma, o sucesso da tecnologia de crescimento lento requer o desenvolvimento de protocolos específicos para cada um deles.

Santos et al. (2012) observou que ao reduzir a concentração dos sais do meio MS para 1/4 da sua concentração total plantas de vetiver [*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty] podem ser mantidas *in vitro* na temperatura de 18°C por um período de 270 dias, corroborando com os resultados evidenciados no presente estudo. Lima-Brito et al. (2011) confrontando os efeitos da sacarose, do sorbitol e do manitol na conservação *in vitro* de *Comanthera mucugensis* subsp. *mucugensis*, observaram que as menores médias para comprimento da parte aérea na espécie ocorreu em concentrações maiores de sacarose (45 e 60 g L<sup>-1</sup>).

Visando estabelecer um banco de germoplasma *in vitro* de *Pfaffia glomerata*, Alves et al. (2010) verificou que o meio MS na metade da sua concentração total, com 2% de sacarose e 4% sorbitol na temperatura de 16°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ) favoreceu o crescimento mínimo das plantas cultivadas *in vitro*, prorrogando o subcultivo por um período de seis meses. Assim

como o autor supracitado, Amaral et al. (2007) verificou que plantas de amarílis (*Hippeastrum Herb.*) conservadas *in vitro* mantiveram-se vigorosas por um período de 90 dias utilizando metade da concentração do meio de cultura MS e 10 g L<sup>-1</sup> de sacarose quando mantidas na temperatura de 18°C. Neste sentido, observa-se que a redução das concentrações de sais do meio básico de cultivo e a redução da temperatura é uma estratégia amplamente empregada para a conservação sob regime de crescimento mínimo sendo utilizada por diversos autores conforme podemos verificar nos trabalhos citados anteriormente.

Vale destacar que as plantas cultivadas *in vitro* precisam estar vigorosas e em condições favoráveis para a propagação no final do período de conservação proposto. Neste sentido, com relação à variável número de ramificações, após 30 dias de cultivo as maiores médias para esta característica foram observadas utilizando o meio de cultura MS na sua concentração normal e na metade de sua concentração, com adição de 15 g L<sup>-1</sup>, não ocorrendo diferenças entre os valores médios dessa característica com relação às concentrações do meio MS quando se utilizou 30 g L<sup>-1</sup> de sacarose. Já com 120 dias, as maiores médias de NRF foram observadas utilizando o meio MS na sua concentração total e metade da sua concentração com 30 g L<sup>-1</sup> (Tabela 3), o que é vantajoso, pois no que se refere ao objetivo proposto pela presente pesquisa, teoricamente as plantas de *Mentha x villosa* Huds disponibilizará uma maior quantidade de explantes para serem utilizados quando houver a necessidade de realizar a propagação *in vitro* dessa espécie para disponibilizar mudas para gestores de saúde, assim como para implantação de farmácias vivas.

Concentrações do Meio MS	Concentrações de sacarose (g L <sup>-1</sup> )	
	15	30
Após 30 dias		
1/1	3,75 aA	2,25 aA
1/2	2,45 abA	3,65 aA
1/4	1,05 bA	3,10 aA
Após 120 dias		
1/1	25,45 aB	38,75 aA
1/2	25,95 aB	42,75 aA
1/4	13,45 bA	10,60 bB

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05) e médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste F (P < 0,05).

Tabela 3. Valores médios do número de ramificações de plantas de *Mentha x villosa* Huds, cultivadas *in vitro* em diferentes concentrações do meio de cultura MS e de sacarose durante 30 e 120 dias.

Na conservação *in vitro* de cana de açúcar Lemos et al. (2002) evidenciou que os tratamentos nos quais se combinou temperatura de 15°C com 10 g L<sup>-1</sup> ou 20 g L<sup>-1</sup> de

sacarose resultaram em notas mais baixas em relação às outras temperaturas (12°C e 25°C) e concentrações de sacarose testadas (10, 20 e 40 g L<sup>-1</sup>). Neste sentido, podemos verificar que o aumento da temperatura e da concentração de sacarose favoreceu negativamente para o crescimento mínimo da planta. Contudo, no presente estudo podemos destacar que a temperatura de 20°C e o aumento da concentração de sacarose para 30 g L<sup>-1</sup> favoreceu a condição de crescimento lento, mantendo as plantas viáveis até 120 dias.

Resultados encontrados por Rocha (2010) corroboram com os encontrados no presente estudo, pois verificou que ao final do período proposto de 360 dias o incremento do número de folhas verdes ocorreu quando utilizou-se o meio MS na metade de sua concentração total combinado com a concentração de 30 g L<sup>-1</sup> de sacarose, na temperatura de 21°C ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ). Tal como o autor citado anteriormente, Lima (2016) observou que plantas de *Orthophytum mucugese* Wand. apresentaram maiores números de folhas verdes quando utilizando-se 1/3 da concentração de sais do meio de cultura MS e 45 g L<sup>-1</sup> de sacarose, utilizando a temperatura de 25°C por um período de 60 dias. Estes resultados corroboram com os encontrados na presente pesquisa, pois à medida em que a concentração de sais do meio de cultura MS foi reduzida as plantas necessitaram de concentrações maiores de carboidrato.

Na conservação *in vitro*, plantas mantidas por períodos de tempo prolongados, muitas vezes, iniciam a senescência, que pode ser ocasionada por vários fatores, tais como a exaustão do meio de cultura e produção de etileno ou mesmo devido ao efeito fitotóxico do inibidor de crescimento, que pode culminar na morte das plantas (NEPONUCENO, 2012).

De acordo com os resultados encontrados para número de folhas senescentes, podemos observar que após 30 dias de cultivo às menores médias do NFS ocorreu utilizando o meio de cultura MS na sua concentração normal. No entanto, após 120 dias de cultivo as menores médias do NFS foram observadas nas plantas cultivadas em meio MS a 1/4 de sua concentração (Tabela 4). A análise da variável número de folhas senescentes é importante para os trabalhos de conservação *in vitro*, uma vez que serve como indicativo do estágio fisiológico da planta, pois expressa o processo de envelhecimento da planta (CARVALHO et al., 2016).

Concentrações do meio MS	Épocas de cultivo (dias)	
	30	120
1/1	1,60 bB	10,20 bA
1/2	2,80 abB	15,15 aA
1/4	4,02 aA	5,22 cA

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey (P < 0,05) e médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste F (P < 0,05).

Tabela 4. Valores médios do número de folhas senescentes de *Mentha x villosa* Huds, cultivadas *in vitro* em diferentes concentrações do meio de cultura MS durante 30 e 120 dias.

Segundo Canto et al. (2004) e Nepomuceno (2009) a senescência não é o que se espera na conservação *in vitro*, pois requer que seja efetuado o subcultivo para recuperação do vigor da planta, objetivando sua capacidade de regeneração. Uma vez que, a senescência foliar ocasiona depreciação e destruição de tecidos e órgãos foliar, provocando perda da energia potencial da planta (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Com 30 dias de cultivo não houve diferenças entre as concentrações do meio MS com relação ao número de raízes. Entretanto com 120 dias as maiores médias observadas para esta característica foi quando se utilizou o meio MS na sua concentração total e metade de sua concentração (Tabela 5). Pesquisa realizada por Menezes (2014) sobre conservação *in vitro* de três espécies de orquídeas (*Catasetum macrocarpum*, *Oeceoclades maculata* e *Polystachya estrellensis*), onde avaliou-se as concentrações de sais do meio MS (100, 75, 50 e 25%) e temperatura (18 e 25°C) do ambiente de cultivo, verificou que não houve diferenças significativas com relação as concentrações do meio de cultura MS para a espécie *Polystachya estrelenses*, com 100% de enraizamento para todos os tratamentos.

Concentrações de sacarose (g L <sup>-1</sup> )	Épocas de cultivo (dias)	
	30	120
1/1	8,32 aB	10,95 aA
1/2	8,48 aA	9,48 aA
1/4	9,00 aA	7,88 bB

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey (P < 0,05) e médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste F (P < 0,05).

Tabela 5. Valores médios do número de raízes de plantas de *Mentha x villosa* Huds, cultivadas *in vitro* em diferentes concentrações de meio de cultura MS durante 30 e 120 dias.

Em relação aos valores médios do número de raízes em função das concentrações do meio de cultura e de sacarose, observou-se as maiores médias do NR quando as plantas foram cultivadas em meio de cultura MS na metade de sua concentração e adição de 30 g L<sup>-1</sup> de sacarose, assim como quando utilizou-se 15 g L<sup>-1</sup> de sacarose no meio de cultura MS na sua concentração normal e a 1/4 de sua concentração (Tabela 6).

Concentrações do Meio MS	Concentrações de sacarose (g L <sup>-1</sup> )	
	15	30
1/1	10,52 aA	8,75 aA
1/2	7,25 bB	10,70 aA
1/4	10,35 aA	6,52 bB

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey (P < 0,05) e médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste F (P < 0,05).

Tabela 6. Valores médios do número de raízes de plantas de *Mentha x villosa* Huds, cultivadas *in vitro* em diferentes concentrações do meio de cultura MS e de sacarose.

Assim como no presente trabalho, Alves et al. (2010) pesquisando sobre a influência de diferentes meios de cultura no crescimento mínimo de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen, constataram que nenhum tratamento (MS + 2% de sacarose + 4% de sorbitol; MS/2 + 2% de sacarose + 4% de sorbitol; MS + 2% de sacarose + 4% de sorbitol + 2 mg L<sup>-1</sup> de pantotenato de cálcio; MS/2 + 2% de sacarose + 4% de sorbitol + 2 mg L<sup>-1</sup> de pantotenato de cálcio; MS + 2% de sacarose + 3% de manitol + 2 mg L<sup>-1</sup> de pantotenato de cálcio; MS/2 + 2% de sacarose + 3% de manitol + 2 mg L<sup>-1</sup> de pantotenato de cálcio) inibiu a formação de raízes, ocorrendo 100% de enraizamento em explantes de *P. glomerata* nas condições do experimento.

Utilizando temperatura mais elevada 27°C (±1°C), Faria et al. (2006) verificaram que é possível conservar sob crescimento reduzido plantas de *Passiflora giberti* N. E. Brow. com bom desenvolvimento radicular e número de folhas satisfatórias em meio de cultura MS suplementado com 15 g L<sup>-1</sup> de sacarose e 20 g L<sup>-1</sup> de sorbitol quando cultivadas por um período de 120 dias. Neste sentido, para Camolesi et al. (2010) a presença de raízes pode sugerir que as plantas estão se desenvolvendo normalmente ou que as condições de cultivo não estão gerando restrições que possam prejudicar seu desenvolvimento posteriormente.

A partir da conservação *in vitro* de *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* via crescimento lento, Silva e Scherwinski-Pereira (2011) verificaram que as espécies podem ser conservadas durante seis meses em meio MS na temperatura de 20°C, sem perder a capacidade de regeneração e sem alterações morfológicas.

Os resultados observados no presente trabalho evidenciaram uma variação nas características das plantas em função dos fatores avaliados nas duas épocas (30 e 120 dias), sendo estes: meio de cultura e concentração de sacarose. No entanto, de forma geral, observou-se que a fonte de carbono utilizada no presente estudo influenciou significativamente a maioria das características estudadas. Neste sentido, conforme Carvalho (2013) as variáveis observadas nas plantas devem ser analisadas e correlacionadas paralelamente nas avaliações, com o objetivo de se estabelecer uma condição de crescimento mínimo. No entanto, estas condições podem sofrer variação de uma espécie para outra e dependerão, além disso, do genótipo utilizado, como também dos procedimentos adotados pelo pesquisador na conservação *in vitro*.

Em relação às concentrações do meio de cultura MS e de sacarose, observou-se que o meio de cultura MS na metade da sua concentração e a 1/4 da sua concentração total acrescido 30 g L<sup>-1</sup> de sacarose proporcionaram o menor desenvolvimento *in vitro* da *Mentha x villosa* Huds. Neste sentido, é possível inferir que na presente pesquisa, mesmo com a diminuição das concentrações salinas do meio de cultura MS para 50 e 25%, as plantas necessitaram de uma concentração maior de carboidrato para se manterem viáveis nas condições de crescimento lento.

Embora não haja um protocolo específico para todos os genótipos de todas as espécies, o que se pretende no manejo das grades coleções de plantas *in vitro* é a

possibilidade de se obter uma metodologia que possa ser utilizada para o maior número de acessos possíveis, favorecendo o planejamento dos subcultivos das plantas conservadas *in vitro* sem afetar sua estabilidade genética, como também otimizando o trabalho em ambiente laboratorial (CARVALHO et al., 2016).

## CONCLUSÕES

A multiplicação *in vitro* de brotos de *Mentha x villosa* Huds constitui-se em um processo possível e viável nas condições avaliadas.

A adição de 1,5 mg L<sup>-1</sup> de BAP no meio de cultura MS, na fase de multiplicação, utilizando explantes oriundos das plantas estabelecidas em meio de cultura MS com 1,0 mg L<sup>-1</sup> de BAP, proporcionou a máxima proliferação de brotos.

A aclimatização de plantas oriundas do cultivo *in vitro* de *Mentha x villosa* Huds, utilizando garrafas do tipo PET, constitui-se em um processo possível e viável nas condições avaliadas.

Nas condições em que o trabalho foi executado o meio de cultura MS com metade de sua concentração ou a 1/4 de sua concentração total, associado a adição de 30 g L<sup>-1</sup> de sacarose é uma condição viável para conservação *in vitro* de plantas de *Mentha x villosa* Huds sob regime de crescimento mínimo por um período de 120 dias.

## REFERÊNCIAS

- ADJUNTO, E. N. P. **Caracterização morfológica e do óleo essencial de seis acessos de hortelanzinho (Mentha spp)**. 2008. 73f. Dissertação (Mestrado)- Universidade de Brasília/ Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2008.
- ALVES, R. B. N. et al. Influência de diferentes meios de cultura sobre o crescimento de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen (Amaranthaceae) para conservação *in vitro*. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s. Botucatu, v.12, n.4 Oct./Dec. 2010.
- AMARAL, L. et al. Conservação *in vitro* de germoplasma indexado d três cultivares de amarili (*Hippeastrum* Herb.). **Revista de Horticultura Ornamental**, v.13, n.2, p. 113-120, 2007.
- ASMAR, S.A.et al. Concentrações de BAP sobre a proliferação *in vitro* de brotos de Lippia alba [(Mill.) N.E.Brown]. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, Botucatu, v.14, n.esp., p.149-153, 2012.
- BEZERRA, R. M. de F. et al. Efeito de 6-benzilaminopurina sobre a propagação *in vitro* de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (Fabaceae). **Revista Árvore**, Viçosa , v.38, n.5, Sept./Oct. 2014.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Formulário de Fitoterápicos da Farmacopéia Brasileira / Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Brasília: Anvisa, p.126, 2011.
- BRITO, C. F de. **Micropropagação de babosa (Aloe vera L.)**. 2007. 43f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2007.

- BRUM, G. R.; SILVA, A. B.; PASQUAL, M. Efeito de diferentes concentrações de bap e ana na propagação *in vitro* da figueira (*Ficus carica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. Edição Especial, p. 1403-1409, dez., 2002.
- CAMOLESI, M. R. et al. Enraizamento *in vitro* de mudas micropropagadas de bananeira (*Musa* sp.) em diferentes meios de cultivo, **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 6, p. 1446-1451, 2010.
- CANTO, A. M. E. et al. Conservação *in vitro* de germoplasma de abacaxi tratado com paclobutrazol. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 39, n. 7, p. 717-720, 2004.
- CASTRO, L. O.; CHEMALE, V. M. Plantas medicinais, condimentares e aromáticas; descrição e cultivo. Guaíba: Agropecuária, p. 180-183, 1995.
- CARVALHO, A. C. P. P. de; RODRIGUES, A. A. de J.; SANTOS, E. de O. **Panorama da produção de mudas micropropagadas no Brasil**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2012, 23p.
- CARVALHO, M. de J. da S. de. Adequação de condições de crescimento mínimo para a conservação *in vitro* de germoplasma de citrus. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. Cruz das Almas, BA, 2013, 84f.
- CARVALHO, M. de J. da S. de . et al. Fatores que afetam a conservação *in vitro* de plantas do limoeiro 'Rugoso da Flórida'. Magistra, Cruz das Almas- BA, v. 26, n. 2, p. 178-185, Abri./Jun. 2014.
- CARVALHO, M. de J. da S. de . et al. Univariate and multivariate statistical tools for *in vitro* conservation of citrus genotypes. Acta Science, Agron. vol.38 no.1 Maringá Jan./Mar. 2016.
- CHAVES, F. C. M. **Produção de biomassa, rendimento e composição de óleo essencial de alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum* L.) em função da adubação orgânica e épocas de corte**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, p.144, 2001.
- FARIA, G. A. et al. Efeito da sacarose e sorbitol na conservação *in vitro* de *Passiflora giberti* N. E. Brow. **Revista Brasileira Fruticultura**, São Paulo, v.28, n. 2, p.267-270, agosto, 2006.
- FERMINO JUNIOR, P. C. P.; PEREIRA, J. E. S. Germinação e propagação *in vitro* de Cerejeira (*Amburana acreana* (ducke) a.c. Smith - Fabaceae). **Ciência Florestal**, v.22, n.1, p.1-9, 2012
- GRIOLLI, P. R. Propagação de plantas ornamentais. In: PETRY, C. **Plantas ornamentais: aspectos para a produção**. 2 Ed. Passo Fundo. Ed. Universidade de Passo Fundo, p. 59-69, 2008.
- LEVY, L. W.; LEVY, P. E. Propagation masiva de piretro y quanto mediante el cultivo de tejidos. In: ROCCA W. M.; MROGISKI, L. A. **Cultivo em la agricultura**. Cali: CIAT, cap. 29, p. 651-662, 1991.
- LEMOS, E. E. P. de. et al. Conservação *in vitro* de germoplasma de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**. vol.37 no.10 Brasília Oct. 2002.
- LIMA-BRITO, A. et al. Agentes osmóticos e temperatura na conservação *in vitro* de sempre-viva. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 8, p. 1354-1361, 2011.
- LIMA, A. P. P. S. **Micropropagação e conservação *in vitro* de *Orthophytum mucugense* Wand. e Conceição**. 2016. 92 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Recursos Genéticos Vegetais)- Universidade Estadual de Feira de Santana, 2016.

LIMA, C.S.M. et al. Influência de fitorreguladores no crescimento *in vitro* de partes aéreas de *Mentha viridis*. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, supl.2, p.669-71, 2007.

LORENZI, H., MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Instituto Plantarum, v.13, p. 382-383, 2002.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. Plantas medicinais no Brasil: **nativas e exóticas**. 2 ed. Nova Odessa-SP. Instituto Plantarum. 2008. 544p.

MATOS, F.J.A. et al. Essential oil of *Mentha x villosa* Huds. An antiparasitic medicinal herb from Northeastern Brazil. **Journal of Essential Oil Research**, v.11: pp: 41-44. 1999.

MENEZES, T. S. A. Conservação *in vitro* e Aclimação de Epidendroideae (orchidaceae) do Estado de Sergipe. São Cristóvão, 2014. 43f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade)- Universidade Federal de Sergipe, 2014.

MORAIS, T.P.; ASMAR, S.A.; LUZ, J.M.Q. Reguladores de crescimento vegetal no cultivo *in vitro* de *Mentha x Piperita* L. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Campinas, v.16, n.2, supl. I, p.350-355, 2014.

MORAIS, T.P. et al. Aplicações da cultura de tecidos em plantas medicinais. **Revista Brasileira Plantas Medicinais**, Botucatu, v.14, n.1, 2012.

MONFORT, L.E.F., et al. Efeito do BAP no cultivo *in vitro* de *Ocimum selloi* Benth. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.14, n.3, p.458-463, 2012.

NEPONUCENO, C. F. PROPAGACAO E CONSERVACAO **IN VITRO** DE *Martianthus leucocephalus* (MART. ex BENTH.) J.F.B. PASTORE. 2012. 179f. Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação Em Botânica. Feira de Santana, 2012.

OLIVEIRA, M. B. et al. Efeito de concentrações de sacarose e de meio de cultura (8s) sobre a taxa de crescimento da mandioca variedade bgm 0043 (riqueza) conservadas *in vitro*. In: **Embrapa Mandioca e Fruticultura-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 6., 2011, Búzios. Panorama atual e perspectivas do melhoramento de plantas no Brasil:[anais]. Búzios: Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, 2011.

OKSMAN-CALDENTY K, INZÉ D. Plant cell factories in the post-genomic era: newways to produce designer secondary metabolites. **Trends in Plant Science**, v.9, n. 9, p. 433-440, 2004.

PHATAK, S. V.; HEBLE, M. R. Organogenesis and terpenoid synthesis in *Mentha arvensis*. **Fitoterapia**, v.73, n.1, p. 32-39, 2002.

PIO, R. et al. Enraizamento *in vitro* de brotações do porta enxerto de citros Tangerina sunki x Trifoliata English 63- 256 com o uso de sacarose e ácido indol-butírico. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.1, p.66-70, 2002.

ROCHA, H.S. Biofábricas: estrutura física e organização. In JUNGHANS, T. G.: SOUZA, A. da S. (Ed). **Aspectos práticos da micropopagação de plantas**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. p. 121-152.

- ROCHA, M. A. C. **Multiplicação e conservação de Bromeliáceas Ornamentais**. 2010. 99f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas – BA, 2010.
- SANTOS, T. C. et al. CONSERVAÇÃO *IN VITRO* DE ACESSOS DE VETIVER, *Chrysopogon zizanioides* (L.) ROBERTY (Poaceae). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 6, p. 963-970, Nov./ Dec. 2012.
- SANTOS, M.C. et al. . Efeito da sacarose e do sorbitol na conservação *in vitro* de segmentos nodais de mangabeira. **Revista Ciência Agronomia** , v. 42, n. 3, p. 735741. 2011.
- SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**: statistic: version 9.1.3. Cary: SAS Institute, 2004. 846 p.
- SILVA, M. M. de A. Micropropagação da palma forrageira variedade Miúda em meio de cultura simplificado. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.11, n.2, p.25-29, jun. 2017.
- SILVA, T. L. da; SCHERWINSKI-PEREIRA J. E. *In vitro* conservation of *Piper aduncum* and *Piper hispidinervum* under slow-growth conditions. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.4, 2011.
- SOUZA, A. da S; JUNGHANS, T. G. **Introdução à Micropopagação de Plantas**. Cruz das Almas: EMBRAPA, p.152, 2006.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 5. ed. São Paulo: Artmed, 2013.
- VICENTE, M.A.A. et al. Multiplicação *in vitro* e aclimatação de *Vernonia condensata* Baker. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.11, n.2, p. 176-83, 2009.
- VIEIRA, M. L. C. Conservação de germoplasma *in vitro*. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, DF, n. 14, p. 18-20, 2002.
- WATT, M. P. et al. *In vitro* storage of *Eucalyptus grandis* germplasm under minimal growth conditions. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, v. 61, n. 2, p. 161-164, 2004.

# LETTUCE TYPES DEVELOPMENT AND SUBSTRATE FERTILITY ATTRIBUTES IN RESPONSE TO DOSES OF AN AEROBIC BIOFERTILIZER

*Data de aceite: 01/08/2023*

**Catharine Abreu Bomfim**

Universidade de Brasília

**Mariana Rodrigues Fontenelle**

Embrapa Hortaliças

**Marcos Brandão Braga**

Embrapa Hortaliças

**Daniel Basílio Zandonadi**

UFRJ

**Juscimar da Silva**

Universidade de Brasília

Embrapa Hortaliças

**Ítalo Moraes Rocha Guedes**

Universidade de Brasília

Embrapa Hortaliças

**Helson Mário Martins do Vale**

Universidade de Brasília

**Carlos Eduardo Pacheco Lima**

Embrapa Hortaliças

<http://lattes.cnpq.br/2571296325308250>

the attributes of substrate fertility after application of this input. An experiment was implemented in a completely randomized design with a 6 (doses - 0, 50, 100, 150, 200, 250 kg ha<sup>-1</sup> of N) x 3 (lettuce types - crisp, curly and romaine) factorial scheme. The following agronomic attributes were evaluated: height, width and fresh mass of the plants, average number of leaves, length and diameter of the stem. The substrate fertility attributes evaluated were: contents of Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, P and organic matter content, and the values of potential acidity, cation exchange capacity and pH. The crisp lettuce presented the best development between the doses of 50 and 150 kg ha<sup>-1</sup> of N. The curly and romaine lettuces presented better response when submitted to the dose 50 kg ha<sup>-1</sup> N. Higher doses (200 and 250 kg ha<sup>-1</sup> N) were deleterious to development of the lettuces. Analysis of substrate fertility showed that the biofertilizer provided excessive amounts of K<sup>+</sup>. The contributions of P and Mg<sup>2+</sup> were unsatisfactory. It is likely that the nutritional imbalance is responsible for the phytotoxicity observed in plants that used the highest doses of the biofertilizer. It is suggested that fertilization with this biofertilizer must be complemented with sources of P and Mg<sup>2+</sup> for better results.

**ABSTRACT:** The present study sought to evaluate the response of different lettuce types to doses of an aerobic biofertilizer called Hortbio® and correlate them with

**KEYWORDS:** organic agriculture, *Lactuca sativa*, phytotoxicity, fertilizer's optimum dose, agroindustrial waste

## PRODUÇÃO DE ALFACE E FERTILIDADE DO SUBSTRATO EM RESPOSTA A DOSES DE UM BIOFERTILIZANTE AERÓBICO

**RESUMO:** O presente estudo teve como objetivo avaliar as respostas de diferentes tipos de alface à aplicação de doses de um biofertilizante aeróbico chamado Hortbio® e correlacionar tais resultados com atributos de fertilidade do substrato utilizado, mensurados após aplicação do produto. Um experimento foi instalado utilizando delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições e esquema fatorial 6 (doses – 0, 50, 100, 150, 200 e 250 kg ha<sup>-1</sup>) x 3 (tipos de alface – americana, crespa e romana). Os seguintes atributos agrônômicos foram avaliados: altura, largura e massa fresca das plantas, número médio de folhas, comprimento e diâmetro do caule. Os atributos de fertilidade do substrato avaliados foram: teores de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, P e de matéria orgânica, além dos valores de acidez potencial, capacidade de troca catiônica e pH. A alface crespa apresentou melhor desenvolvimento entre as doses 50 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de N. As alfaces crespa e romana apresentaram melhor resposta quando submetidas à dose 50 kg ha<sup>-1</sup> de N. Doses muito altas (200 e 250 kg ha<sup>-1</sup> de N) foram deletérias ao desenvolvimento das plantas. A análise da fertilidade do solo mostrou que o biofertilizante proveu excessivas doses de K<sup>+</sup>. As contribuições de P e Mg<sup>2+</sup> foram insatisfatórias. É provável que o desequilíbrio nutricional tenha sido responsável pela fitotoxicidade observada nas plantas que receberam as maiores doses do biofertilizante. Sugere-se que a fertilização com Hortbio® seja complementada com fontes de P e Mg<sup>2+</sup> para obtenção de melhores resultados. **PALAVRAS-CHAVE:** agricultura orgânica, resíduos agroindustriais, *Lactuca sativa*, fitotoxicidade, dose ótima do fertilizante

## INTRODUCTION

Although organic fertilization presents itself as a promising alternative to the use of mineral fertilization, more information on the subject is still needed. Previous studies have suggested that fast-growing plants such as vegetables are those that present lower productivity when organic inputs are used (Seufert et al., 2012). It is likely that this lower efficiency of vegetable crops is associated to a time lag between the gradual supply of nutrients by biofertilizers and the rapid growth of vegetables, inadequate management of soil fertilization or the use of inadequate doses of these inputs.

In addition to productivity issues, use of biofertilizer has been shown to be efficient in maintaining or even improving soil quality. For example, its uses have promoted the reduce of the atmospheric emissions of methane in rice cultivation and improve the contents of soil organic matter (SOM), total nitrogen and microbial biomass, as well as soil redox conditions and cation exchange capacity (CEC) (Ali et al, 2014).

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is the main hardwood consumed in Brazil (Anuário Hortaliças, 2017). Among the most commercialized types of leafy vegetables in the country

are crisp lettuce and curly lettuce. Less common has been the consumption of romaine lettuce. Dosage assays using these three types of lettuce is not only a demand of the productive sector, but can provide important information regarding the behavior of each when cultivated using organic inputs. Furthermore, because it is a short cycle plant, lettuce can be used in rapid assays to determine the efficiency of using of specific agricultural inputs.

The aim of this study was therefore to evaluate the agronomic attributes of three types of lettuce fertilized with different doses of an aerobic biofertilizer. It was also attempted to establish relationships between the nutrients provided to a substrate composed by soil and rice straw and development of the plants.

## **MATERIAL AND METHODS**

### **Characterization of the experimental area**

The experiment was conducted between September and November 2014 in a greenhouse located in the rural area of the city of Gama, DF, Brazil (geographical coordinates 15° 56' S and 48° 08'W and average elevation of 997.6 m). The climate of the region according to the Köppen classification is tropical savanna with rain concentrated in the summer (Aw).

### **Experimental design**

The experiment was performed in a greenhouse, under organic system, with lettuce cultivated in pots with volume of 3 L, with the experimental design consisting of five repetitions completely randomly distributed in a 6 x 3 factorial scheme. The response of three lettuce types were evaluated: crisp (cv. Laurel), curly (cv. Vanda) and romaine (cv. Dona); with six biofertilizer doses: (i) No biofertilizer added; (ii) 50 kg ha<sup>-1</sup>; (iii) 100 kg ha<sup>-1</sup>, (iv) 150 kg ha<sup>-1</sup> (v) 200 kg ha<sup>-1</sup> and (vi) 250 kg ha<sup>-1</sup>. The doses were defined based on the N content of the biofertilizer and in the lettuce recommendations of fertilization. Each experimental plot consisted of a three liter pot containing one lettuce plant and substrate (soil plus rice straw to avoid soil compaction) to support it. The soil used was a Rhodic Ferralsol (FAO, 2014) with silty clay texture.

The main chemical characteristics of the biofertilizer are described by Lüdke et al. (2009) as following: contents of N = 1.48 g L<sup>-1</sup>; P = 170.5 mg L<sup>-1</sup>; K = 1,861.4 mg L<sup>-1</sup>; Ca = 984.5 mg L<sup>-1</sup>; Mg = 495.6 mg L<sup>-1</sup>; S = 82.3 mg L<sup>-1</sup>; B = 89.2 mg L<sup>-1</sup>; Cu = 0.6 mg L<sup>-1</sup>; Fe = 12.5 mg L<sup>-1</sup>; Mn = 9 mg L<sup>-1</sup>; Zn = 1.4 mg L<sup>-1</sup>. The total quantities of biofertilizer added for each dose were: D1 = 0 mL; D2 = 83 mL; D3 = 170 mL; D4 = 250 mL; D5 = 330 mL; D6 = 420 mL. These volumes were applied with the aid of a graduated cylinder divided into five applications, one per week. The applications began on the seventh day after transplanting.

## Biofertilizer production

A plastic barrel with capacity of 200 L was used for the production of a biofertilizer called Hortbio®. Production of 100 L of the biofertilizer consisted of: Blood meal (1.1 kg); Rice bran (4.4 kg); Castor meal (1.1 kg); Bone meal (2.2 kg); Crushed seeds (1.1 kg); Wood ash (1.1 kg); Crushed rapadura (0.55 kg); Corn meal (0.55 kg) and 1 L of the inoculant EM. Non-chlorinated water was then added to obtain the final volume of 100 L. These materials were mixed with the aid of a wooden spatula as water was added. The suspension was aerated using of an air compressor and a timer for 15 min every hour until the end of its production. Five biofertilizer preparations were made using the same EM and ingredients from of the same batch. One biofertilizer batch was produced per week, applying it after 10 days of production to the pots weekly. Prior to application, the biofertilizer was strained for removal of suspended material.

The EM inoculant was collected in an area of Cerradão located at Gama, DF, Brazil (15° 56' 61.8 S and 48° 08' 42.7 W). In order to collect the microorganisms from the soil, 700 g of cooked rice were placed on two plastic trays and one of cardboard, protected with shade screens, and then exposed in the soil (buried in the area) for a period of seven days, according to the recommendations of Bonfim et al. (2011).

When removed from the soil, colonies of microorganisms with dark colors present in the EM were separated and discarded. The EM were then stored in a refrigerator at 4 °C for use in the different biofertilizer formulations. A 10% solution containing a source of sucrose in the form of sugarcane molasses and/or sugarcane juice was added to the microbial mass for activation of the EM, a step necessary for its use as an inoculant in the biofertilizer. For this purpose, 1 L of the sucrose source used was added to 10 L of non-chlorinated water. The solution was then oxygenated for 15 min every hour with the aid of an air compressor and a timer. After seven days the inoculant was ready to be used.

## Planting the lettuce, application of biofertilizer and irrigation

The lettuce was planted in 128-cell polystyrene plates containing commercial substrate (Plantmax HT®), under greenhouse conditions. Three different lettuce types were used for this experiment: crisp cv. Laurel, curly cv. Vanda, and romaine cv. Dona. Water was provided to the seedlings by manual irrigation, complementing the need for water not supplied by the biofertilizer application. The lettuces were transplanted to three liters pots at 21 days after planting.

For filling of the pots a Rhodic Ferralsol (FAO, 2014) with silty clay texture was used. This soil was previously autoclaved to eliminate possible pathogens. It was also supplemented with rice straw to avoid compaction of the substrate.

Application of biofertilizer was performed one week after transplanting. After the first application, the others were carried out weekly until harvest, totaling five applications.

The amount of water to be used for irrigation was determined from the difference between the current soil moisture and its field capacity. Readings were performed daily, twice a day per experimental block and for the different biofertilizer concentrations. From this data the irrigation sheets to be applied were defined in a controlled manner by manual application.

## **Determination of morpho-agronomic characteristics of the lettuce plants**

The morpho-agronomic characteristics evaluated were the height (HP) and width (WP) of the plants, the fresh mass (FM), the mean leaf number (MLN) and the stem length (SL).

The height, width and length of the plants, in addition to the plant stem diameter, were determined with the aid of a graduated ruler and a pachymeter. The fresh mass was determined using a precision scale with three decimal places. The mean leaf number was determined by counting those larger than 5 cm.

All data was submitted to analysis of variance and a subsequent test of means was performed aiming the comparison using the Scott-Knott test with 5% probability. Just data concerning Fresh Mass was fitted using regression models. The reason for this was the great importance of this attribute to commercial purposes and the poor fit of the other data. The analysis of variance of the equation and its parameters was performed and the adjusted coefficients of determination were calculated.

## **Analysis of soil fertility**

The fertility analysis of the soil used for lettuce cultivation was performed after harvest, according to current and present protocols in Teixeira et al. (2017). After harvest soil samples were collected, air-dried, macerated and passed through a 2 mm mesh sieve for the determination of Air-Dried Fine Earth (ADFE).

Samples of ADFE were then taken to the laboratory, where the contents of  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , available P and potential acidity (H+Al) were determined. From these determinations, the values of sum of bases (SB), cation exchange capacity (t), cation exchange capacity at pH 7.0 (T) and base saturation (V) were calculated.

The data was checked for normal distribution, and subsequently subjected to analysis of variance (ANOVA) by the F-test at 5% significance. The means were then grouped by the Scott-Knott test at the same level of significance. Possible relationships between fertility variables and agronomic attributes were determined using the Pearson correlation coefficients.

## RESULTS AND DISCUSSION

Mean values of the evaluated agronomic attributes are presented in Table 1. Significant interactions between the evaluated factors (doses x lettuce type) for all the morpho-agronomic attributes were verified. Crisp lettuce presented higher FM values from 50 kg ha<sup>-1</sup> of N to 150 kg ha<sup>-1</sup> of N. Meanwhile, curly lettuce presented higher FM values when fertilized with 50 kg ha<sup>-1</sup> of N and romaine lettuce from 0 kg ha<sup>-1</sup> of N to 100 kg ha<sup>-1</sup> of N. It was also observed that crisp lettuce presented higher WP and SL from 0 kg ha<sup>-1</sup> of N to 200 kg ha<sup>-1</sup> of N. For the same attributes, the results pointed to best development for curly lettuce when fertilized with 50 kg ha<sup>-1</sup> of N and for romaine lettuce when 0 kg ha<sup>-1</sup> of N to 50 kg ha<sup>-1</sup> of N (WP) and 0 kg ha<sup>-1</sup> of N to 100 kg ha<sup>-1</sup> of N (SL) were used. For HP, crisp lettuce presented best development from 50 kg ha<sup>-1</sup> of N to 200 kg ha<sup>-1</sup> of N, while for LN higher values were registered when a range from 50 kg ha<sup>-1</sup> of N to 150 kg ha<sup>-1</sup> of N was used. It wasn't observed, for curly lettuce, any statistical difference for HP and LN. However, for romaine lettuce, higher values were observed between 50 kg ha<sup>-1</sup> of N and 100 kg ha<sup>-1</sup> of N for HP and 0 kg ha<sup>-1</sup> of N to 50 kg ha<sup>-1</sup> of N for LN.

Doses (kg ha <sup>-1</sup> N)/ Lettuce type	Crisp	Curly	Romaine
Fresh mass (FM; g)			
0	54.84 bA	56.09 bA	30.35 aB
50	122.53 aA	123.58 aA	52.31 aB
100	122.82 aA	46.30 bB	37.16 aB
150	133.90 aA	43.09 bB	14.11 bC
200	63.71 bA	33.45 cB	1.01 bC
250	3.96 cA	21.67 cA	1.80 bA
CV (%) = 23.83			
Width of the plant (WP; cm)			
0	11.80 aA	11.03 bA	13.63 aA
50	14.30 aA	14.98 aA	15.80 aA
100	12.07 aA	10.00 bA	11.23 bA
150	14.53 aA	12.33 bA	9.20 bB
200	12.23 aA	10.30 bA	4.27 cB
250	6.87 bB	9.67 bA	4.80 cB
CV (%) = 16.77			
Stem length (SL; cm)			
0	4.43 aA	2.80 bB	3.30 aB
50	4.53 aA	4.50 aA	3.87 aA
100	4.50 aA	2.07 bB	3.63 aA
150	4.67 aA	2.67 bB	2.40 bB
200	4.47 aA	2.57 bB	1.30 bC

250	1.60 bB	2.80 bA	1.60 bB
CV (%) = 20.90			
Height of the plant (HP; cm)			
0	10.67 bA	10.20 aA	12.93 bA
50	15.07 aB	13.30 aB	17.17 aA
100	14.17 aA	11.23 aB	16.30 aA
150	16.23 aA	12.17 aB	11.70 bB
200	13.67 aA	11.13 aA	5.60 cB
250	6.60 cB	9.90 aA	6.20 cB
CV (%) = 13.01			
Leaf number (LN)			
0	16.00 bA	13.33 aA	15.33 aA
50	22.67 aA	15.33 aB	17.33 aB
100	19.67 aA	10.67 aB	13.33 bB
150	21.00 aA	12.33 aB	11.67 bB
200	15.67 bA	11.33 aB	4.33 cC
250	6.00 cB	9.33 aA	3.00 cB
CV (%) = 17.50			

Means followed by the same lowercase (column) or capital letter (row) do not differ by the Scott-Knott test at 0,05

Table 1 – Means of the morpho-agronomic attributes of three lettuce types fertilized with six biofertilizer doses and grown in pots filled with a substrate containing a typical Rhodic Ferralsol

Based on mentioned results it is plausible to affirm that the crisp lettuce presented the best response to the use of aerobic biofertilizer. The crisp lettuce presented a more large optimum range (50 -150 kg ha<sup>-1</sup> of N) as can be observed for FM attribute. The great difference between the results obtained was notable, in which the best result was observed for crisp lettuce when analyzing data referring to the curly and romaine lettuces. For curly lettuce, the mean FM produced when fertilized with doses of 0 kg ha<sup>-1</sup> of N and 100 kg ha<sup>-1</sup> of N were, respectively, 55 and 62% lower than the dose of 50 kg ha<sup>-1</sup> of N. For romaine lettuce, the mean FM values found for the doses of 0 kg ha<sup>-1</sup> of N and 100 kg ha<sup>-1</sup> of N were 42 and 29% lower than that found for the 50 kg ha<sup>-1</sup> of N, respectively. However, it should be noted that the productive attributes of the romaine lettuce were generally well below those obtained for the other two types of lettuce used, probably showing a lower adaptation to the experimental conditions.

The descriptive curve of the behavior of each lettuce type, for the agronomic attribute FM when submitted to the different biofertilizer doses can be found in Figure 1. It is possible to verify that crisp lettuce presented behavior described by a quadratic polynomial regression. The curves that best fit to the data obtained for the curly and romaine lettuces were peak regressions, using a Gaussian model. The difference between the two adjusted

Gaussian curves is that for the curly lettuce a Gaussian model with four parameters was used, while for the romaine lettuce a Gaussian model with three parameters was used. The adjusted coefficients of determination for the three curves were satisfactory, exceeding 0.9. Associated with this fact, all parameters of the equations were significant at the 5% probability level, confirming their good fit to the data. The Gaussian peak regression adjustment has not been commonly reported in scientific literature and is associated to the existence of a peak occurrence of the maximum FM value when subjected to a given dose. The maximum points (doses - kg ha<sup>-1</sup> N, production - g) estimated by the adjusted curves were: crisp (116.67, 140.57); curly (45.92, 124.53); romaine (56.77, 51.86).

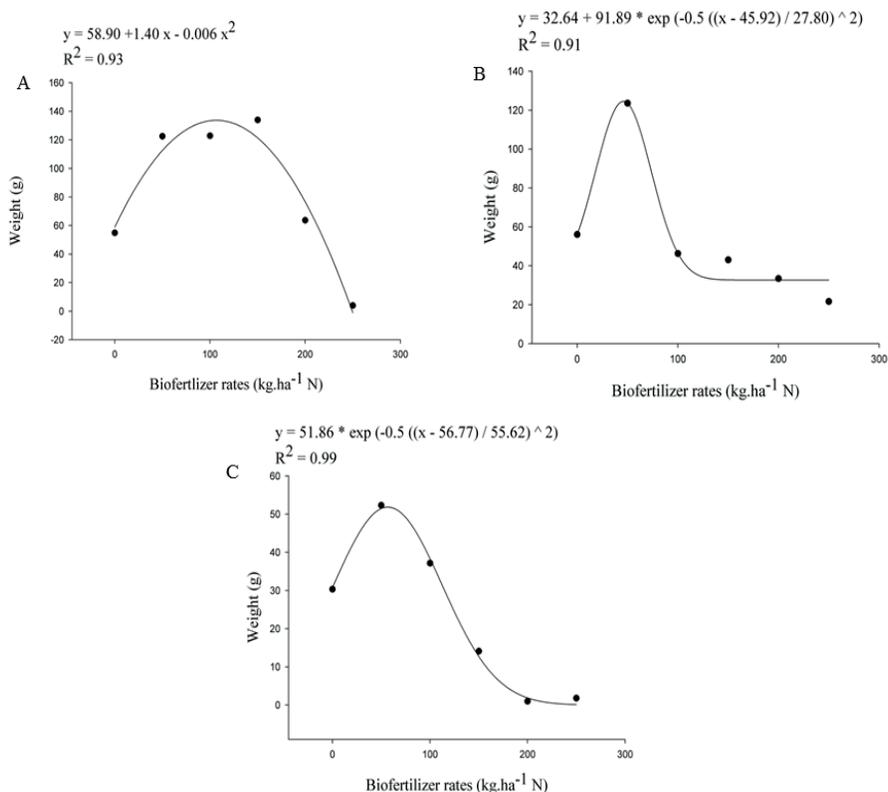


Figure 1 – Descriptive curves of the behavior of the fresh mass as a function of the aerobic biofertilizer doses. A - Crisp; B - Curly; C - Romaine

Previous studies have indicated doses ranging from 76.1 to 257.14 kg ha<sup>-1</sup> for curly lettuce (Silva et al., 2008; Resende et al., 2010, 2012; Pedrinho et al., 2015), which may be related to factors such as the cultivation environment, the cultivar used, the type of fertilizer used, its form of application and others. Regarding the cultivation of lettuce in a greenhouse, evaluating effects of the Hortbio<sup>®</sup> biofertilizer use with and without the presence of liquid humus, Zandonadi et al. (2017) found a Hortbio<sup>®</sup> dose equivalent to 100 kg ha<sup>-1</sup> of N as

being the most suitable for the crop, and the plants were grown in 10 L pots filled with soil.

This large observed variation also indicates the need for new studies to be conducted in order to determine the application rates that maximize productive attributes in different growing environments. The lower biofertilizer doses required by the curly and romaine lettuces in the present study may also be related to the fact that the plants were cultivated in two liters pots, with a smaller volume of soil to be explored. In addition, it is possible that there was less nutrient loss due to leaching since irrigation was tightly controlled, providing a quantity of water limited to the crop demand.

An analysis of Table 2 further reveals that even the soil used to the control treatment had high fertility status. This probably is due to the fact that the soil was collected in an area of vegetable production, where soils with high nutrient levels are commonly found (Valarini et al., 2011). The main reason for this is the intensive land use, where several productive cycles per year are conducted, as well as inputs such as fertilizers. This elevated nutritional status of the soil initially observed may have influenced the need to use a lower biofertilizer dose for crisp lettuce, since similar production was achieved when doses between 50 and 150 kg ha<sup>-1</sup> of N were used, but mainly for the curly and romaine lettuces where the best dose for cultivation was around 50 kg ha<sup>-1</sup> of N.

Doses	pH	P	K	Na	Ca	Mg	H+Al	T	S	V	%K	SOM
kg ha <sup>-1</sup> N		mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	%		g kg <sup>-1</sup>						
0	6.9 a	10.0 b	107.9 c	6.2 b	7.6 b	2.9 ns	0.5 b	11.4 b	10.8 c	95.3 a	2.4 c	40.0 ns
50	6.7 b	11.3 b	114.7 c	6.6 b	7.4 b	3.1 ns	0.9 a	11.7 b	10.9 c	92.5 b	2.3 c	39.2 ns
100	6.6 b	12.8 a	154.0 c	7.1 b	8.0 b	3.0 ns	1.1 a	12.5 b	11.4 c	91.5 b	3.1 c	38.5 ns
150	6.6 b	13.5 a	237.9 b	6.7 b	8.9 a	4.4 ns	1.1 a	14.2 a	12.4 b	91.8 b	4.3 b	39.0 ns
200	6.6 b	13.7 a	349.1 a	9.1 a	9.1 a	3.0 ns	1.2 a	14.7 a	13.0 a	91.7 b	6.3 a	38.0 ns
250	6.6 b	15.7 a	415.0 a	9.1 a	9.5 a	2.9 ns	1.1 a	15.1 a	13.6 a	92.4 b	7.1 a	37.6 ns

Means followed by the same lowercase (column) do not differ by the Scott-Knott test at 0,05. ns- Non-significant

Table 2 – Means of the fertility attributes of a Rhodic Ferralsol used for the cultivation of different types of lettuce and fertilized with different doses of an aerobic biofertilizer (Hortbio®)

It is also necessary to emphasize that, although the fertilization recommendation with the biofertilizer is usually carried out on the basis of the need for N in the crop and the content of this element in the input used, these products constitute a complex mixture of macro and micronutrients in addition to chemical compounds that stimulate plant growth, in an organic matrix. Thus, the real fertilization need is based on the interaction of these components, making the recommendation complex.

Results obtained in other studies showed that the interaction between one or more chemical elements and/or compounds may lead to improved lettuce production. Resende et

al. (2010), for example, found that curly lettuce production was maximized when  $140.4 \text{ g ha}^{-1}$  of molybdenum was applied together with  $102.8 \text{ kg ha}^{-1}$  of N. It cannot yet be ruled out that presence of the plant growth promoter substances such as the hormone auxin, commonly found in biofertilizers, may promote a stimulatory effect on plant development (Zandonadi et al., 2014). Therefore, there is a clear need for new studies that seek to understand these interactions and that can help in the definition of a better strategy for recommendation of the use of biofertilizers and other organic inputs for the fertilization of different agricultural crops.

Elevated doses between  $200$  and  $250 \text{ kg ha}^{-1}$  of N were detrimental to the three types of lettuce evaluated, and the dose of  $250 \text{ kg ha}^{-1}$  presented results often worse than the control (dose of  $0 \text{ kg ha}^{-1}$  of N). This indicates that the plants suffered from a possible toxicity and/or nutritional imbalance when submitted to high doses of the biofertilizer, calling attention to the need to adopt correct methods for handling fertilization, even in organic production systems. In this management, not only the characteristics of the biofertilizer used, but also the soil and the commercial crop to be cultivated must be considered. Araújo et al. (2011) evaluated the response of lettuce to different concentrations of nitrogen fertilization and found a linear decreasing effect when high N doses were available and related these results to nutritional imbalance of the plants caused by excess N, which was provided by the degradation of soil organic matter and nitrogen fertilizer applications. It is commonly reported in literature that excessive fertilizer doses lead to a decrease in productivity in different crops (Shrivastava & Kumar, 2015).

Analysis of the data presented in Table 2 also reveals that application of the highest biofertilizer dose resulted in a 57% increase in the content of available P, 47.26% in Na content, 24.87% in Ca content and 284.72% in K content. The applications of biofertilizer also resulted in an increase in potential acidity, with consequent reduction of pH values. Despite the observed increase, acidity levels remained low. However, the levels of P, Na, Ca, SOM, T and V are presented in all doses as values classified as medium, good or very good, according to the classification proposed by Alvarez V. et al. (1999). The K content presented values in soils that received biofertilizer doses between  $100$  and  $250 \text{ kg ha}^{-1}$  of N that were classified as high, where the contents maintained by the highest biofertilizer dose were 3.5 times higher than the classification limit ( $120 \text{ mg dm}^{-3}$ ).

The excessive increase of nutrient contents in soils may have been responsible for the occurrence of a process similar to salinization. The use of saline growth media (soil or hydroponic solution) has been attributed to a decreased yield of lettuce production and occurrence of symptoms such as tipburn and foliar necrosis, for example (Pascale & Barbieri, 1995; Al-Maskri et al., 2010; Carassay et al., 2012). In addition, nutritional imbalance is known to cause physiological disorders in lettuce. Saure (1998), for example, reported the possibility of tipburn occurrence in lettuce due to stresses from the soil-plant relationship. This author also reported that the occurrence of severe symptoms of this physiological disorder may be related to factors such as the increase in soil salinity and the concentration of specific nutrients, as observed in the present study. Kano et al. (2010) evaluated the effect

of increasing K doses on the contents of other macronutrients and found decreasing linear relationships between the highest levels of K and those of Mg. This is due to competition between these two cations, where high concentrations of K impair Mg uptake (Malavolta et al., 1997). It is possible that the excess K therefore impaired the absorption of Mg which had already been insufficiently supplied by the biofertilizer, triggering severe symptoms of deficiency. The symptoms observed in the present study were similar to those described by Tischer & Siqueira Neto (2012), such as the appearance of interventional yellowing of older leaves initially, and later of younger leaves. With the passage of time and aggravation of symptoms the presence of twisted leaves and necrosis on the leaf borders was observed. In the present study it was also possible to observe the occurrence of generalized necrosis in some plants that received higher doses of the biofertilizer (200 and 250 kg ha<sup>-1</sup>).

The Pearson correlation coefficients observed when comparing morphological-agronomic attributes with those of soil fertility (Table 3) reinforces the connection between damage caused to the cultivated lettuce and high concentrations of specific nutrients provided by higher doses of the biofertilizer. For crisp lettuce, the negative and significant relationships at 5% draw attention to the morpho-agronomic attributes FM, WP, SL and LN with the K and Na contents in the soil, as well as the percentage of K in the cation exchange complex. Negative and significant relationships between the SL and LN values with P and Ca contents, as well as S values, were also observed. However, for the curly lettuce negative and significant relationships were observed between the FM and levels of P, K and Ca, as well as the percentage of K in the cation exchange complex and the values of T and S. The lettuce type for which a greater amount and intensity of the correlations was obtained was romaine, where this result was based on the poor productivity results obtained. All morpho-agronomic attributes of romaine lettuce presented negative and significant correlation coefficients with the levels of P, K, Na and Ca, as well as the percentage of K in the cation exchange complex and the values of T and S.

Crisp												
	pH	P	K	Na	Ca	Mg	H+Al	T	S	V	%K	SOM
FM	-0.15	-0.37	-0.63*	-0.64*	-0.51	0.56	0.12	-0.40	-0.54	-0.36	-0.64*	0.39
WP	0.07	-0.57	-0.65*	-0.66*	-0.55	0.52	-0.09	-0.46	-0.58	-0.10	-0.65*	0.58
SL	0.20	-0.68*	-0.70*	-0.63*	-0.62*	0.30	-0.21	-0.55	-0.64*	0.02	-0.68*	0.61*
HP	-0.21	-0.34	-0.49	-0.49	-0.39	0.57	0.19	-0.27	-0.41	-0.38	-0.50	0.33
LN	0.09	-0.60*	-0.75*	-0.72*	-0.67*	0.42	-0.11	-0.57	-0.69*	-0.14	-0.76*	0.57
Curly												
	pH	P	K	Na	Ca	Mg	H+Al	T	S	V	%K	SOM
FM	0.41	-0.63*	-0.70*	-0.59	-0.79*	-0.06	-0.42	-0.70*	-0.74*	0.16	-0.72*	0.53
WP	0.21	-0.48	-0.55	-0.58	-0.57	0.32	-0.24	-0.47	-0.55	0.06	-0.58	0.51
SL	0.29	-0.34	-0.32	-0.28	-0.44	-0.06	-0.30	-0.37	-0.38	0.17	-0.34	0.29
HP	-0.17	-0.27	-0.45	-0.44	-0.43	0.45	0.15	-0.29	-0.41	-0.37	-0.47	0.25
LN	0.55	-0.79*	-0.75*	-0.72*	-0.78*	0.12	-0.57	-0.72*	-0.77*	0.38	-0.76*	0.77*

	Romaine											
	pH	P	K	Na	Ca	Mg	H+Al	T	S	V	%K	SOM
FM	0.51	-0.73*	-0.90*	-0.77*	-0.94*	-0.15	-0.52	-0.90*	-0.92*	0.22	-0.91*	0.63*
WP	0.67*	-0.85*	-0.95*	-0.90*	-0.95*	-0.03	-0.69*	-0.94*	-0.96*	0.44	-0.96*	0.83*
SL	0.55	-0.75*	-0.94*	-0.84*	-0.93*	-0.09	-0.57	-0.92*	-0.93*	0.28	-0.94*	0.69*
HP	0.39	-0.67*	-0.91*	-0.84*	-0.88*	0.06	-0.42	-0.84*	-0.89*	0.12	-0.92*	0.63*
LN	0.60*	-0.85*	-0.98*	-0.95*	-0.94	0.10	-0.62*	-0.92*	-0.96*	0.37	-0.99*	0.85*

Numbers followed by \* have significant correlation coefficients at 0,05 probability

Table 3 – Pearson correlation coefficients among morpho-agronomic attributes of the three types of lettuce and fertility of a Rhodic Ferralsol

Positive and significant correlation coefficients were also observed for the relationships between morpho-agronomic attributes of the romaine lettuce and the SOM contents. Finally, the WP and LN attributes also showed positive and significant relationships with pH values. For the crisp and curly lettuces, respectively, positive and significant correlation coefficients were also found between SOM and the SL and LN attributes. These results may indicate that high SOM levels act to mitigate the negative impacts of unbalanced nutrient inputs and soil salinization on productive aspects of the lettuce crop.

## CONCLUSIONS

The application of biofertilizer doses between 50 and 150 kg ha<sup>-1</sup>, based on the nitrogen content, resulted in higher productivity for crisp lettuce. The dose of 50 kg ha<sup>-1</sup> was that which resulted in greatest productivity for the curly and romaine lettuce.

Higher biofertilizer doses substantially increased the nutrient content in soils, with a highlighted increase in K content. This increase may have resulted in a nutritional imbalance that caused, especially at higher doses, damage to cultivation of the three types of lettuce evaluated. Use of the biofertilizer, regardless of the dose utilized, did not result in an increase in soil Mg contents.

It is likely that the nutritional imbalance caused by the excessive or inadequate inputs of the aforementioned elements resulted in the phytotoxicity observed in plants grown with the highest biofertilizer doses.

## ACKNOWLEDGEMENTS

We thank the Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA), grant number: 03.13.01.003.00.00, the Federal District Research Support Foundation (FAP-DF), grant number: 193.0000.188/2014, for financially supporting this research and the Coordination of Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) for granting a master's degree.

## REFERENCES

- Ali, M. A.; Sattar, M. A.; Islam, N.; Inubushi, K. Integrated effects of organic, inorganic and biological amendments on methane emission, soil quality and rice productivity in irrigated paddy ecosystem of Bangladesh: Field study of two consecutive rice growing seasons. *Plant and Soil*, v.378, p.239-252, 2014.
- Al-Maskri, A.; Al-Kharusi, L.; Al-Miqbali, H.; Khan, M. M. Effects of salinity stress on growth of lettuce (*Lactuca sativa*) under closed-recycle nutrient film technique. *International Journal of Agriculture & Biology*, v.12, p.377-380, 2010.
- Alvarez V., V. H.; Novais, R. F.; Barros, N. F.; Cantarutti, R. B.; Lopes, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: Ribeiro, A. C.; Guimarães, P. C. T.; Alvarez V, V. H. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*. 5.aprox. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. Cap.???????. p.25-33.
- Anuário Hortaliças. Anuário Brasileiro de Hortaliças. 1.ed. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2017. 33p.
- Araújo, W. F.; Sousa, K. T. S.; Viana, T. V. A.; Azevedo, B. M.; Barros, M. M.; Marcolino, E. Resposta de alface à adubação nitrogenada. *Revista Agro@mbiente On-line*, v.5, p.12-17, 2011.
- Bonfim, F. P. G.; Honório, I. C. G.; Reis, I. L.; Pereira, A. de J.; Souza, D. B de. *Caderno dos microrganismos eficientes (EM): Instruções práticas sobre o uso ecológico e social do EM*. 2.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 32p.
- Carassay, L. R.; Bustos, D. A.; Golbeg, A. D.; Taleisnik, E. Tipburn in salt-affected lettuce (*Lactuca sativa* L.) plants results from local oxidative stress. *Journal of Plant Physiology*, v.169, p.285-293, 2012.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. *World reference base for soil resources 2014, update 2015: International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps*. Roma: FAO, 2014. 203p. Report, 106
- Kano, C.; Cardoso, A. I. I.; Villas Boas, R. L. Influência de doses de potássio nos teores de macronutrientes em plantas e sementes de alface. *Horticultura Brasileira*, v.28, p.287-291, 2010.
- Lüdke, I.; Souza, R. B.; Resende, F. V.; Delvico, F. M. S.; Meireles, S. M.; Braga, D. O. Produção orgânica de alface americana fertirrigada com biofertilizante em cultivo protegido. *Horticultura Brasileira*, v.27, p.3370–3377, 2009.
- Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. *Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações*. 2.ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319p.
- Pascale, S.; Barbieri, G. Effects of soil salinity form long-term irrigation with saline-sodic water on yield and quality of winter vegetable crops. *Scientia Horticulturae*, v.64, p.145-157, 1995.
- Pedrinho, D. R.; Bono, J. A. M.; Ludwig, J.; Martinez, V. R.; Faria, M. R. Cultivation of lettuce fertilized with controlled release nitrogen fertilizer and urea. *Biosciences Journal*, v.31, p.997-1003, 2015.
- Resende, G. M.; Alvarenga, M. A.; Yuri, J. E.; Souza, R. J. *Rendimento e teores de macronutrientes em alface americana em função de doses de nitrogênio e molibdênio*. *Horticultura Brasileira*, v.30, p.373-378, 2012.

Resende, G. M.; Alvarenga, M. A. R.; Yuri, J. E.; Souza, R. Doses de nitrogênio e molibdênio no rendimento e teor de micronutrientes em alface americana. *Horticultura Brasileira*, v.28, p.266-270, 2010.

Saure, M. C. Causes of the tipburn disorder in leaves of vegetables. *Scientia Horticulturae*, v.76, p.131-147, 1998.

Seufert, V.; Ramankutty, N.; Foley, J. A. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature*, v.485, p.229-232, 2012.

Shrivastava, P.; Kumar, R. Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. *Saudi Journal of Biological Sciences*, v.22, p.123-131, 2015.

Silva, P. A. M.; Pereira, G. M.; Reis, R. P.; Lima, L. A.; Taveira, J. H. S. Função de resposta de alface americana aos níveis de água e adubação nitrogenada. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, p.1266-1271, 2008.

Teixeira, P. C.; Donagemma, G. K.; Fontana, A., Teixeira, W. G. Manual de métodos de análises de solos. Brasília: Embrapa, 2017. 575 p.

Tischer, J. C.; Siqueira Neto, M. Avaliação da deficiência de macronutrientes em alface crespa. *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, v.16, p.43-57, 2012.

Valarini, P. J.; Oliveira, F. R. A.; Schilickmann, S. F.; Poppi, R. J. Qualidade do solo em sistemas de produção de hortaliças orgânico e convencional. *Horticultura Brasileira*, v.29, p.485-491, 2011

Zandonadi, D. B.; Santos, M. P.; Medici, L. O.; Silva, J. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. *Horticultura Brasileira*, v.32, p.14-20, 2014.

Zandonadi, D. B.; Souza, R. B.; Resende, F. V.; Silva, J.; Ribeiro, R. L. V.; Fontenelle, M. R.; Lima, C. E. P. Produção orgânica de alface romana com biofertilizantes em cultivo protegido. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2017. 19p. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, 152

# POTÁSSIO NA CULTURA DO EUCALIPTO: UMA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA

*Data de submissão: 09/06/2023*

*Data de aceite: 01/08/2023*

### **Leonardo Santos Cardozo**

Departamento de Produção Vegetal,  
Faculdade de Ciências Agrárias e  
Tecnológicas (FCAT), Universidade  
Estadual Paulista (UNESP), Dracena, São  
Paulo, Brasil.  
<http://lattes.cnpq.br/5863451291903512>

### **Vitor Corrêa de Mattos Barretto**

Departamento de Produção Vegetal,  
Faculdade de Ciências Agrárias e  
Tecnológicas (FCAT), Universidade  
Estadual Paulista (UNESP), Dracena, São  
Paulo, Brasil.  
<https://orcid.org/0000-0002-9332-1094>

### **Victor Hugo Cruz**

Departamento de Produção Vegetal,  
Faculdade de Ciências Agrárias e  
Tecnológicas (FCAT), Universidade  
Estadual Paulista (UNESP), Dracena, São  
Paulo, Brasil.  
<https://orcid.org/0000-0003-3174-8890>

### **Matheus da Silva Araújo**

Departamento de Ciência do Solo, Escola  
Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”  
(ESALQ) Universidade de São Paulo  
(USP), Piracicaba, São Paulo, Brasil.  
<https://orcid.org/0000-0001-8826-4307>

### **Yanca Araújo Frias**

Departamento de Produção Vegetal,  
Faculdade de Ciências Agrárias e  
Tecnológicas (FCAT), Universidade  
Estadual Paulista (UNESP), Dracena, São  
Paulo, Brasil.  
<https://orcid.org/0000-0003-1867-8533>

### **Paulo Renato Matos Lopes**

Departamento de Produção Vegetal,  
Faculdade de Ciências Agrárias e  
Tecnológicas (FCAT), Universidade  
Estadual Paulista (UNESP), Dracena, São  
Paulo, Brasil.  
<https://orcid.org/0000-0003-4886-5292>

### **Fernando Amoroso Laurenti**

Departamento de Produção Vegetal,  
Faculdade de Ciências Agrárias e  
Tecnológicas (FCAT), Universidade  
Estadual Paulista (UNESP), Dracena, São  
Paulo, Brasil.  
<http://lattes.cnpq.br/9056962228352489>

### **Rháira Uzae Rosso**

Departamento de Produção Vegetal,  
Faculdade de Ciências Agrárias e  
Tecnológicas (FCAT), Universidade  
Estadual Paulista (UNESP), Dracena, São  
Paulo, Brasil.  
<http://lattes.cnpq.br/6355611901075661>

**José Antônio Rabelo dos Santos**

Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas  
(FCAT), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Dracena, São Paulo, Brasil.  
<http://lattes.cnpq.br/7112151566642715>

**Thalia Silva Valério**

Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas  
(FCAT), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Dracena, São Paulo, Brasil.  
<https://orcid.org/0000-0003-1769-9332>

**RESUMO:** O eucalipto é uma planta que apresenta rápido crescimento e praticidade em relação a formação de novas mudas, sendo imprescindível entender a resposta aos principais nutrientes, como o potássio. O potássio atua no funcionamento regular de muitos processos na planta, sendo realizadas diversas pesquisas sobre a resposta fisiológica da planta. O objetivo deste trabalho foi demonstrar as pesquisas em relação a adubação com potássio na cultura do eucalipto, ao longo dos anos e países atuantes. Um levantamento dos artigos envolvendo este tema foi realizado dentro do banco de dados da *Web of Science*, reunindo e demonstrando em gráficos e tabelas os principais pontos a serem evidenciados. As pesquisas encontradas apresentaram diferentes áreas de atuação, que podem agregar ou dificultar o cultivo de eucalipto, se apresentando principalmente no idioma inglês, apesar do maior número de pesquisas estar relacionado a agências, revistas ou autores afiliados a universidades brasileiras. Ao verificar os artigos e desenvolver a revisão bibliométrica, foi possível averiguar que existem alguns espaços aos quais futuras pesquisas podem ser direcionadas, de modo a ampliar a compreensão acerca do potássio no eucalipto.

**PALAVRAS-CHAVE:** adubação, artigos, bibliometria, macronutriente.

## POTASSIUM IN EUCALYPTUS CULTIVATION: A BIBLIOMETRIC REVIEW

**ABSTRACT:** *Eucalyptus* is a plant that presents fast growth and practicality in relation to the formation of new seedlings, being essential to understand the response to the main nutrients, such as potassium. Potassium acts in the regular functioning of many processes in the plant, with several types of research being carried out on the physiological response of the plant. The objective of this work was to demonstrate how the research on the responses of fertilization with potassium in the eucalyptus crop are found, over the years and in active countries. A survey of articles involving this topic had been carried out within the Web of Science database, bringing together, and showing the main points to be highlighted in graphs and tables. The surveys found showed different areas of activity, which can add to or hinder the cultivation of eucalyptus, mainly in the English language, despite the largest number of surveys being related to agencies, journals, or authors affiliated with Brazilian universities. By checking the articles and developing the bibliometric review, it was possible to verify that there are some spaces to which future research can be directed, to broaden the understanding of potassium and eucalyptus.

**KEYWORDS:** articles, bibliometrics, fertilizing, macronutrients.

## 1 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O eucalipto é uma espécie amplamente utilizada na formação de florestas de crescimento rápido, de usos diversos além de contribuir na redução da pressão sobre as florestas nativas (BELLOTE; FERREIRA, 1993). Embora a espécie cresça e se desenvolva em áreas marginais e solos de baixa fertilidade, a adubação influencia muito o desenvolvimento do eucalipto e o potássio é um nutriente que não pode faltar, uma vez que metabolismo, transporte de carboidratos e diversas funções fisiológicas são funções do potássio nas plantas (MATEUS et al., 2019; MARSCHNER, 2012).

Dessa forma, uma revisão sistemática das publicações acadêmicas sobre o manejo do potássio em povoamentos florestais de eucalipto é essencial para compreender as pesquisas desenvolvidas, explorar trabalhos publicados e identificar direções futuras de pesquisa. A análise bibliométrica auxilia na compreensão dos dados existentes e na definição de ações futuras para agregar conhecimento científico nessa área de estudo. Logo, o objetivo deste estudo bibliométrico é analisar a evolução temporal e geográfica das publicações relacionadas ao manejo do potássio em povoamentos florestais de eucalipto.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Coleta dos dados

Para a coleta dos dados bibliométricos, foi realizada uma busca no banco de dados da *Web of Science* - Plataforma *Clarivate Analytics*. O levantamento teve início em meados do mês de outubro e foi conduzida uma pesquisa na coleção principal da *Web of Science*, utilizando o campo “Tópico”, que considera o título, resumo e palavras-chave de cada documento registrado. Os termos utilizados para a busca na base de dados foram “*potassium*” e “*eucalyptus*” no período de 1985 a 2021, utilizando o operador booleano “AND” para a intersecção dos termos.

Após a realização da busca, foram encontrados 390 resultados, os quais foram filtrados por categorias, sendo selecionadas as categorias “Silvicultura”, “Ciências das Plantas” e “Ciência do Solo”, resultando em 223 documentos. Em seguida, foi aplicado um filtro adicional para incluir apenas artigos científicos e artigos de revisão, resultando em 219 documentos que foram analisados e classificados de acordo com as informações contidas neles.

### 2.2 Padronização analítica

Determinados documentos encontrados não foram incluídos, uma vez que buscávamos agrupar os artigos relacionados ao potássio em relação ao gênero *Eucalyptus*,

mas eles se mostraram contrários ao que se esperava. Dos 219 artigos analisados, 157 foram descartados por não apresentarem correlação entre potássio (K) e florestas de eucaliptos.

No entanto, mesmo que esses artigos não contribuíssem para o trabalho em questão, eles demonstravam uma grande relevância, pois abordavam o desempenho do potássio em outras espécies florestais (ESCAMILLA et al., 2000; CABRERA-ARIZA et al., 2021) ou sua substituição por outros nutrientes visando aliviar situações de estresse em culturas (SETTE JUNIOR et al., 2014).

No final, 62 artigos foram considerados adequados e, utilizando a plataforma Power BI, as informações obtidas foram transformadas em gráficos, tabelas e mapas, permitindo uma melhor visualização e interpretação dos trabalhos acadêmicos. Os artigos foram separados e apresentados de acordo com os seguintes aspectos: “Anos de publicação”, “Países e regiões”, “Agências financiadoras”, “Instituições”, “Autores”, “Áreas de pesquisa”, “Títulos das publicações” e “Artigos mais citados”.

### **3 | DESENVOLVIMENTO**

#### **3.1 Dinâmica do potássio no solo e na planta**

Os estudos selecionados investigam a relação entre o potássio e as florestas de eucalipto, com foco nas respostas fisiológicas das plantas à fertilização. Essas pesquisas têm como objetivo melhorar a qualidade da madeira, aumentar a produção de biomassa e reduzir danos causados pelo estresse. No entanto, há poucos estudos sobre a lixiviação do potássio, pois nas espécies florestais, devido à profundidade do sistema radicular, as perdas de nutrientes durante o movimento no solo são insignificantes. A Figura 1 apresenta as principais classificações mencionadas pelos autores nos artigos, relacionadas à dinâmica do nutriente K no sistema solo-eucalipto.

A presença do potássio na solução do solo, de modo a ser absorvido pelas plantas, depende de algumas condições, como cargas elétricas (NIELSEN et al., 1986; OLIVEIRA et al., 2004), matéria orgânica, aumento do pH, Capacidade de Troca Catiônica (CTC), mineralogia e teor de argila (NEVES; ERMANI; SIMONETE, 2009).



Figura 1. Relação entre os principais assuntos tratados sobre a ação do K e plantas de eucalipto.

Fonte: adaptada pelo próprio autor.

Por ser monovalente e apresentar um menor grau de hidratação, a absorção de potássio ocorre prioritariamente pelo íon  $K^+$  em comparação com os íons divalentes (KABATA PENDIAS; PENDIAS, 1984). A difusão é a principal responsável pelo transporte de K para a raiz, mas quando presente em grande quantidade na solução do solo, o fluxo de massa também pode contribuir significativamente para o processo (RUIZ et al., 1999). O transporte de potássio ocorre passivamente, seguindo um gradiente eletroquímico (TAIZ; ZEIGER, 2010).

Devido à alta solubilidade do potássio, os fertilizantes orgânicos mais comumente utilizados geralmente apresentam baixos teores desse elemento. A orientação para a fertilização potássica é baseada nos níveis de K-trocável presentes no solo. No entanto, as plantas também podem utilizar o K não trocável e o potássio liberado por resíduos de culturas anteriores (RAIJ et al., 1996), que se tornam disponíveis após processos bióticos e abióticos.

Naturalmente, os solos contêm potássio em diferentes quantidades e formas, sendo comumente encontrado na forma de K estrutural, que é não trocável. O K trocável é utilizado como um estoque rápido que pode atender rapidamente às necessidades das plantas e ser usado ao longo do ciclo da cultura. Enquanto isso, o K não trocável serve como um estoque que pode ser mobilizado para repor o K trocável quando este estiver em menor disponibilidade (OLIVEIRA et al., 1971). Essas formas de K no solo podem suprir as plantas de maneira indireta, repondo o K trocável ou sendo absorvidas por algumas espécies.

As perdas de potássio podem ocorrer devido à extração e exportação pelas

culturas, erosão e mobilidade do potássio no perfil do solo. A mobilidade está associada à predominância de cargas positivas, ao acúmulo de K na solução do solo e à disponibilidade de água, que transporta o K para profundidades além do alcance do sistema radicular (MIELNICZUK, 2005), o que pode ocorrer em solos de diferentes texturas (WERLE et al., 2008).

Alguns fatores podem diminuir a mobilidade do potássio nas camadas do solo, como o teor de matéria orgânica e um pH na faixa de 5,5, que é ideal para uma melhor utilização do K<sub>2</sub>O (MALAVOLTA, 1979), e um aumento na capacidade de troca de cátions (CTC). Uma alta CTC permite uma maior adsorção de cátions e reduz a mobilidade dos íons no perfil do solo (SILVA, 2013). Se a transição do K trocável para o não trocável ocorrer muito rapidamente devido ao equilíbrio natural do solo, pode ocorrer movimentação do nutriente no perfil do solo na forma não disponível (ROSOLEM et al., 2006). A fixação ocorre quando o potássio é aplicado no solo, onde uma parte se liga às cavidades trigonais entre lâminas tetraédricas adjacentes de minerais de argila 2:1, principalmente minerais interestratificados e vermiculitas (MARTIN; SPARKS, 1985).

### **3.2 Evolução das publicações ao longo dos anos**

O emprego do potássio em florestas de eucalipto é imprescindível devido à sua influência direta na fotossíntese, defesa da planta, aumento no volume de madeira e resistência a estresses. As pesquisas sobre esse tema tiveram início na década de 80, sendo o primeiro trabalho realizado na Austrália (WARD et al., 1985), país de origem do eucalipto, que possui grande importância econômica e ecológica.

Na segunda metade da última década do século XXI, a cultura do eucalipto apresentou queda nas taxas de produção, possivelmente devido ao aumento das fiscalizações sobre os produtos destinados ao carvão vegetal. Porém, em contrapartida, a partir de 2012, houve um aumento significativo no número de pesquisas voltadas para a cultura do eucalipto, como pode ser observado na Figura 2. Essas pesquisas buscam obter melhores informações para aprimorar os métodos de produção, incluindo adubação, genética de clones e outros fatores que impactam diretamente na produção final da cultura.

Em 2018, houve a união de duas grandes empresas do ramo da celulose, o que resultou no aumento das áreas de plantio de eucalipto. Isso incentivou diretamente a realização de novas pesquisas (IBÁ, 2019), além de impulsionar o crescimento do PIB, melhorar as condições de vida e aumentar o consumo de madeira de eucalipto, que possui grande versatilidade de usos.

Embora grande parte das pesquisas esteja disponível em inglês, a maioria dos trabalhos conta com a participação, total ou parcial, de pesquisadores brasileiros. Isso pode ser motivado pelo maior impacto de citações que revistas internacionais possuem ou pelo fato de algumas revistas nacionais aceitarem apenas trabalhos já traduzidos para o

inglês (Figura 2).

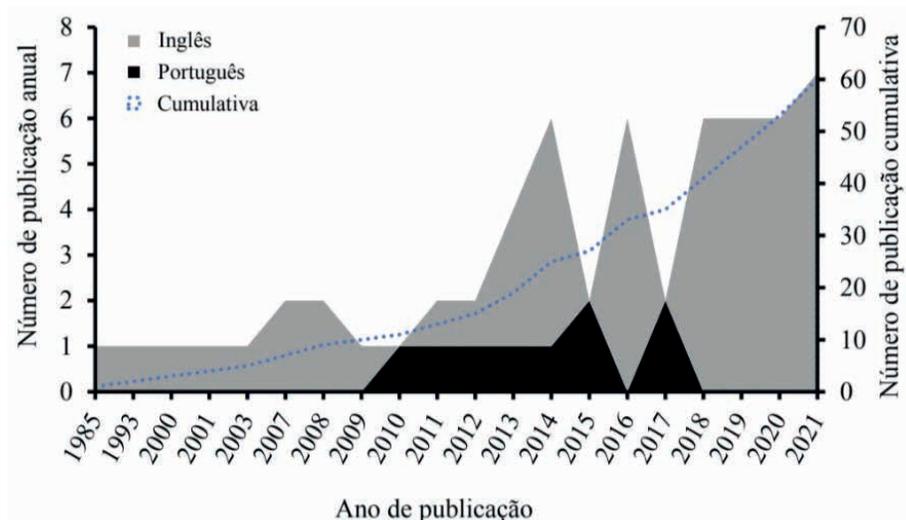


FIGURA 2. Número de artigos de acordo com o idioma e os anos de publicação referente a aplicação de potássio na cultura do eucalipto.

Fonte: próprio autor

### 3.3 Principais países, agências financiadoras, instituições, autores e áreas de pesquisa dedicadas ao potássio em eucalipto

No cenário internacional, a produção científica sobre a relação do potássio em florestas de eucalipto mostra que o Brasil lidera com 51,7% dos artigos considerados adequados. Em seguida, temos a França com 21,3%, Austrália com 9%, Estados Unidos com 6,7%, Espanha com 3,4%, Costa Rica com 2,2%, Uruguai com 2,2%, Chile com 1,1%, Colômbia com 1,1% e Inglaterra com 1,1%.

A presença significativa das pesquisas brasileiras nesse cenário se deve à adaptação e ao potencial produtivo do eucalipto nas condições climáticas e de mercado do país. Isso tem impulsionado o interesse dos pesquisadores brasileiros em investigar a relação do potássio com as florestas de eucalipto, o que também é aproveitado pelas indústrias de madeira e celulose.

No Brasil, as agências desempenham um papel fundamental no registro de publicações internacionais sobre a interação entre o potássio e o eucalipto. Das cinco principais agências nesse contexto, quatro são brasileiras: Fapesp, Capes, CNPq e a parceria “Usp Cofecub” entre a Universidade de São Paulo e o Comitê Francês.

A quantidade expressiva de eucalipto plantado no Brasil, que tem um impacto significativo no Produto Interno Bruto (PIB) nacional, incentiva a realização de pesquisas

relacionadas ao uso adequado do potássio nas florestas de eucalipto. A importância econômica dessa cultura impulsiona o interesse e o financiamento dessas pesquisas no país.

Entre as 10 principais instituições envolvidas em pesquisas relacionando o potássio com a cultura do eucalipto, três universidades brasileiras se destacam e estão entre as cinco primeiras, como mostrado na Tabela 1. Essas universidades estão localizadas principalmente nos estados de São Paulo e Minas Gerais, que são responsáveis por metade da produção brasileira de eucalipto, de acordo com o IBÁ (2020).

Dos 62 trabalhos analisados, grande parte contou com a participação de universidades brasileiras, que contribuem com autores e conhecimentos, buscando desenvolver pesquisas que agreguem ao conhecimento científico mundial. A França também se destaca como uma grande participante na produção desses artigos, mesmo possuindo apenas metade de sua área territorial destinada à agricultura. No entanto, eles são incentivados a realizar parcerias internacionais para suprir seus conhecimentos agrícolas em diversas culturas.

Ranking	Instituição/País	Publicações	%
1º	UNIVERSIDADE DE SAO PAULO/ BRASIL	36	16,3
2º	CIRAD/ FRANÇA	26	11,8
3º	INRAE/ FRANÇA	26	11,8
4º	UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA/ BRASIL	24	10,9
5º	UNIVERSIDADE FEDERAL DE VICOSA/ BRASIL	19	8,6
6º	INSTITUT AGRO/ FRANÇA	16	7,2
7º	MONTPELLIER SUPAGRO/ FRANÇA	16	7,2
8º	INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DEVELOPPEMENT IRD/ FRANÇA	15	6,8
9º	UNIVERSITE DE MONTPELLIER/ FRANÇA	14	6,3
10º	COMMONWEALTH SCIENTIFIC INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION CSIRO/ AUSTRÁLIA	13	5,9

Tabela 1. Instituições com grandes participações nas publicações referentes ao uso do potássio em florestas de eucalipto.

Fonte: próprio autor

Os autores, tanto brasileiros quanto estrangeiros, que estão afiliados a universidades no Brasil, desempenham um papel significativo na produção de artigos relacionados ao uso do potássio em plantas de eucalipto, como mostrado na Tabela 2. Isso se deve ao grande incentivo existente dentro do país, que é o maior produtor mundial dessa cultura. Além disso, as empresas privadas produtoras de celulose e madeira têm um papel importante nesse incentivo, uma vez que o eucalipto é a principal fonte de matéria-prima para essas indústrias, de acordo com o IBÁ (2020).

A combinação do incentivo governamental, a importância econômica do eucalipto

e o apoio das empresas do setor impulsionam a participação de autores afiliados a universidades brasileiras na produção de artigos científicos relacionados ao uso do potássio nessa cultura. Isso demonstra o comprometimento do Brasil em contribuir com o conhecimento científico e promover avanços na área de manejo e nutrição do eucalipto.

Ranking	Autores	Instituição/País	Publicações	%
1º	Laclau JP	Cirad/França	17	27,4
2º	Nouvellon Y	Cirad/França	10	16,1
3º	Tomazello M	USP/Brasil	10	16,1
4º	Bouillet JP	Cirad/França	9	14,5
5º	Battie-laclau P	Cirad/França	7	11,2
6º	Chaix G	Cirad/França	6	9,6
7º	Sette Junior CR	Univ. Montpellier/França	6	9,6
8º	Christina M	Cirad/França	4	6,4
9º	Gonçalves JLD	USP/Brasil	4	6,4
10º	Castro VR	USP/Brasil	3	4,8

Tabela 2. Autores que mais publicaram artigos a respeito do uso de potássio em florestas de eucalipto.

Fonte: próprio autor.

Os pesquisadores analisaram diferentes áreas de pesquisa relacionadas às possíveis ações do potássio na cultura do eucalipto, com o objetivo de ampliar e fortalecer o acervo de informações adquiridas pela ciência. Essas áreas selecionadas foram: “Silvicultura” (60%), “Ciência de Plantas” (27,1%), “Agricultura” (8,5%), “Ecologia e Ciências Ambientais” (2,9%) e “Química” (1,43%). Essas áreas selecionadas destacam as diferentes perspectivas e abordagens adotadas pelos pesquisadores para compreender a interação entre o potássio e a cultura do eucalipto, contribuindo para a expansão do conhecimento científico nesse campo.

### 3.4 Principais fontes de pesquisas, trabalhos e lacunas na literatura

Artigos sobre o uso do potássio em plantas de eucalipto foram publicados em 32 revistas científicas importantes, sendo destacadas a “Forest Ecology and Management” (11,3%), “Revista Árvore” (9,7%), “Scientia Forestalis” (6,4%), “Cerne” (4,8%) e “Ciência Florestal” (4,8%).

Das cinco revistas mais relevantes, quatro são brasileiras, representando 25,7% da produção científica total sobre o assunto. Isso evidencia a importância do Brasil nas pesquisas e no desenvolvimento acadêmico relacionados a temas florestais e nutricionais. A representatividade das revistas brasileiras reflete o compromisso do país em promover

e divulgar o conhecimento científico sobre o eucalipto e o uso do potássio nessa cultura, fortalecendo sua posição como referência na pesquisa florestal e nutricional.

Apesar disso, os artigos mais citados geralmente são publicados em revistas estrangeiras, mesmo com autores brasileiros. Isso pode ser atribuído à preferência pelo idioma inglês, que amplia o alcance e a visibilidade dos artigos. Por outro lado, as publicações em português têm um alcance mais limitado devido à barreira do idioma.

Artigos publicados há mais tempo também têm maior potencial de acumular mais citações, pois ao longo dos anos eles se tornam referências teóricas para outros trabalhos desenvolvidos posteriormente. Por exemplo, os principais artigos citados foram publicados entre os anos de 2000 e 2016. Entre os temas dos artigos mais citados, estão a resposta foliar à adubação com potássio (SAUR et al., 2000; LACLAU et al., 2009; BATTIE-LACLAU et al., 2013). Além disso, existem estudos sobre a ciclagem de nutrientes (TURNER, 2008; SILVA, 2013), respostas das funções fotossintéticas e produção de biomassa (BATTIE-LACLAU et al., 2014).

Esses trabalhos são referências importantes na área, fornecendo informações valiosas sobre a interação entre o potássio e o eucalipto, bem como seus efeitos nas respostas fisiológicas e produtivas das plantas.

De fato, a análise dos artigos revela áreas de pesquisa com grande potencial no estudo da influência do potássio nas plantas de eucalipto. Alguns desses tópicos incluem: resistência contra pragas e doenças, processo de absorção do potássio e fertilização foliar. Essas áreas de pesquisa são importantes para a compreensão dos mecanismos de ação do potássio nas plantas de eucalipto, bem como para o desenvolvimento de estratégias de manejo nutricional mais eficientes. Ao explorar esses tópicos, os pesquisadores podem contribuir para a melhoria da produtividade, qualidade e sustentabilidade da cultura do eucalipto.

## CONCLUSÃO

A revisão sistemática revelou que foram publicados diversos trabalhos sobre o manejo do potássio em plantas de eucalipto em diferentes países. A maioria desses estudos abordou a fertilidade do solo e os efeitos do potássio nas plantas. No entanto, algumas lacunas de conhecimento foram identificadas, como a falta de estudos sobre a adubação foliar de potássio em combinação com boro para reduzir o estresse hídrico nas plantas, o uso de adubos potássicos de liberação lenta e a relação entre adubação potássica e a comunidade microbiana do solo. Essas lacunas representam oportunidades para pesquisas futuras e contribuem para um conhecimento mais abrangente sobre a cultura do eucalipto. A revisão bibliométrica facilita a identificação de novas direções de pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- BATTIE-LACLAU, P.; DELGADO-ROJAS, J. S.; CHRISTINA, M.; NOUVELLON, Y.; BOUILLET, J. P.; CASSIA PICCOLO, M.; MOREIRA, M. Z.; GONÇALVES, J. L. G.; ROUPSARD, O.; LACLAU, J. -P. Potassium fertilization increases water-use efficiency for stem biomass production without affecting intrinsic water-use efficiency in *Eucalyptus grandis* plantations. **Forest Ecology and Management**, v. 364, pp. 77-89, 2014.
- BATTIE-LACLAU, P.; LACLAU, J. P.; BERI, C.; MIETTON, L.; MUNIZ, M. R. A.; ARENQUE, B. C.; PICCOLO, M. D. C.; JORDAN-MEILLE, L.; BOUILLET, J. P.; Nouvellon, Y. Photosynthetic and anatomical responses of *Eucalyptus grandis* leaves to potassium and sodium supply in a field experiment. **Plant, Cell & Environment**, v. 37, pp. 70-81, 2014.
- BATTIE-LACLAU, P., LACLAU, J.-P., PICCOLO, M. D. C., ARENQUE, B.C., BERI, C., MIETTON, L., MUNIZ, M.R.A., JORDAN-MEILLE, L., BUCKERIDGE, M.S., NOUVELLON, Y., RANGER, J., BOUILLET, J.-P. Influence of potassium and sodium nutrition on leaf area components in *Eucalyptus grandis* trees. **Plant Soil**, v. 371, pp. 19–35, 2013.
- BELLOTE, A. F. J.; FERREIRA, C. A. Nutrientes minerais e crescimento de árvores adubadas de *Eucalyptus grandis*, na região do cerrado, no Estado de São Paulo. **Boletim Pesquisa Florestal**, v. 26/27, pp. 17-65, 1993.
- CABRERA-ARIZA, A. M.; RAGAGLINI, G.; SILVA-FLORES, P.; BUSTOS-LETELIER, O.; SANTELICES-MOYA, R. Nutrient (N, P, K) use efficiency and nitrogen balance in a bioenergy plantation of *Populus deltoides* clone Lux in San Piero A Grado (Pisa), Italy. **Bosque**, v. 42, pp. 269-278, 2021.
- ESCAMILLA, J. A.; COMERFORD, N. B. Phosphorus and potassium uptake by woody roots of twelve-year-old slash pine trees. **Forest Ecology and Management**, v. 129, pp. 153-166, 2000.
- IBÁ - Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório Ibá 2020**. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-iba-2020.pdf>. Acesso em: 23/11/2021.
- IBÁ - Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório Ibá 2019**. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-iba-2019.pdf>. Acesso em: 18/11/2021.
- KABATA PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. Boca Raton: CRC Press, 1984. 548 p.
- LACLAU, J. P.; ALMEIDA, J. C. R.; GONÇALVES, J. L. M.; SAINT-ANDRÉ, L.; VENTURA, M.; RANGER, J.; MOREIRA, R. M.; NOUVELLON, Y. Influence of nitrogen and potassium fertilization on leaf lifespan and allocation of above-ground growth in *Eucalyptus* plantations. **Tree Physiology**, v. 29, p. 111-124, 2009.
- MALAVOLTA, E. **ABC da Adubação**. Editora Agronômica CERES Ltda. São Paulo (SP), 1979. 256 p.
- MARSCHNER, P. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 3 ed. New York: Academic Press, 2012. 615 p.
- MARTIN H. W.; SPARKS D. L. On the behavior of nonexchangeable potassium in soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 16, p. 133-62, 1985.
- MATEUS, N. S.; FERREIRA, E. V. O.; JUNIOR, J. C. A.; DOMEQ, J. C.; JORDAN-MEILLE, L.; GONÇALVES, J. L. M.; LAVRES, J. The ideal percentage of K substitution by Na in *Eucalyptus* seedlings: Evidences from leaf carbon isotopic composition, leaf gas exchanges and plant growth. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 137, p. 102-112, 2019.

MIELNICZUK, J. Manejo conservacionista da adubação potássica. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. L. (Ed.). Potássio na agricultura brasileira. Piracicaba: **Potafos**, 2005. p.165-178.

NEVES, L. S.; EMANI, P. R.; SIMONETE, M. A. Mobilidade de potássio em solos decorrente da adição de doses de cloreto de potássio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, pp. 25-32, 2009.

NIELSEN, D. R.; van GENUCHTEN, M. T.; BIGGAR, J. W. Water flow and solute transport process in the unsaturated zone. **Water Res. Res.**, v. 22, p. 89-108, 1986.

OLIVEIRA, R. H.; ROSOLEM, C. A.; TRIGUEIRO, R. M. Importância do fluxo de massa e difusão no suprimento de potássio ao algodoeiro como variável de água e potássio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 439-445, 2004.

OLIVEIRA, V.; LUDWICK, A.E.; BEATTY, M.T. Potassium removed from some southern brazilian soils by exhaustive cropping and chemical extractions methods. **Soil Science Society of America Journal**, v. 35, p. 763-767, 1971.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. Campinas, **Instituto Agrônomo & Fundação IAC**, 1996. 285p.

RUIZ, H. A.; MIRANDA, J.; CONCEIÇÃO, J. C. S. Contribuição dos mecanismos de fluxo de massa e de difusão para o suprimento de K, Ca, Mg às plantas de arroz. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, pp. 1015-1018, 1999.

ROSOLEM, C. A.; SANTOS, F. P.; FOLONI, J. S. S.; CALONEGO, J. C. Potássio no solo em consequência da adubação sobre a palha de milho e chuva simulada. **Pesquisa. Agropecuária Brasileira**, v. 41, pp. 1033-1040, 2006.

SAUR, E.; NAMBIAR, E. K. S.; FIFE, D. N. Foliar nutrient retranslocation in *Eucalyptus globulus*. **Tree Physiology**. v. 20, pp. 1105–1112, 2000.

SETTE JUNIOR, C. R.; TOMAZELLO FILHO, M.; SILVA JUNIOR, F. G.; LACLAU, J. P. Alterações nas características químicas da madeira com a substituição do K por Na em plantações de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 38, p. 569-578, 2014.

SILVA, P. H. M.; POGGIANI, F.; LIBARDI, P. L.; GONÇALVES, A. N. Fertilizer management of eucalypt plantations on sandy soil in Brazil: Initial growth and nutrient cycling. **Forest Ecology and Management**, v. 301, p. 67–78, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 5th Ed., Sinauer Associates Inc., Sunderland, 2010. 782 p.

TURNER, J.; LAMBERT, M.J. Nutrient cycling in age sequences of two Eucalyptus plantation species. **Forest Ecology and Management**, v 255, 1701–1712, 2008.

WARD, S. C.; PICKERSGILL, G. E.; MICHAELSEN, D. V.; BELL, D. T. Response to factorial combinations of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers by saplings of *Eucalyptus saligna* Sm., and the prediction of the responses by DRIS [Diagnostic and Recommendation Integrated System] indices. **Australian Forest Research (Australia)**, v. 15, pp. 27-32, 1985.

WERLE, R.; GARCIA, R. A.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2297-2305, 2008.

# PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA E ATIVIDADE LARVICIDA DO EXTRATO ETANÓLICO DE *SOLANUM SISYMBRIIFOLIUM* (SOLANACEAE), SOBRE *AEDES AEGYPTI* (DIPTERA: CULICIDAE)

Data de aceite: 01/08/2023

**Ana Shara Moura da Rocha**

Bióloga

**Rafaela Brito Ribeiro Santos**

Bióloga

**Marcel Marck Passos**

Químico

**Daniel Lobo Sousa**

Biólogo

**Guadalupe Licona Macedo**

Docente DCB/ UESB/Campus de Jequié

**Débora Cardoso da Silva**

Docente LAPIN/DCEN/UESB  
Itapetinga - BA

Solanacea são estudadas buscando avaliar o seu potencial inseticida. Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a atividade larvicida do extrato etanólico obtido dos caules e raízes de *Solanum* cf. *sisymbriifolium* sobre *A. aegypti*, quantificar o teor de umidade da planta e realizar a prospecção fitoquímica. A extração etanólica foi realizada por percolação. Para o bioensaio foram utilizadas larvas de terceiro instar, expostas a cinco concentrações, em diferentes períodos. Com exposição de 12 h, foi observado mortalidade de 29,33% e 16,66%, nas concentrações de 20 mg mL<sup>-1</sup> e 10 mg mL<sup>-1</sup>, respectivamente; em 36 horas, houve 91,33% de mortalidade em ambas as concentrações. Na prospecção fitoquímica foi observado alcaloides e flavonóides. O extrato etanólico de *S. sisymbriifolium* apresenta efeito tóxico sobre a larva de *A. aegypti* demonstrando ter potencial para ser utilizado como inseticida.

**PALAVRAS-CHAVE:** Dengue, Controle de Insetos, Inseticida botânico.

**RESUMO:** O uso de inseticidas é um grande aliado contra diversos vetores de doenças, a exemplo do *Aedes aegypti*. Porém, os inseticidas químicos sintéticos têm aumentado a pressão de seleção de insetos resistentes, além da maior persistência no ambiente. Sendo assim o uso de inseticidas botânicos é uma alternativa, por serem biodegradáveis, menor impacto ambiental e conseqüentemente menor dano à saúde. Algumas espécies vegetais da família

# PHYTOCHEMICAL PROSPECTION AND LARVICIDAL ACTIVITY OF THE ETHANOL EXTRACT OF *SOLANUM SISYMBRIIFOLIUM* (SOLANACEAE), ON *AEDES AEGYPTI* (DIPTERA: CULICIDAE)

**ABSTRACT:** The use of insecticides is a great ally against several transmitters of diseases, such as *Aedes aegypti*. However, synthetic chemical insecticides have increased the selection pressure of resistant insects, in addition to the greater persistence in the environment. Therefore, the use of botanical insecticides is an alternative, as they are biodegradable, have less environmental impact and consequently minor damage to health. Some plant species of the Solanaceae Family are studied in order to evaluate their insecticide potential. In this sense, the objective of this research was to evaluate the larvicidal activity of the ethanolic extract obtained from the stems and roots of *Solanum cf. sisymbriifolium* on *A. aegypti*, quantify the moisture content of the plant and perform phytochemical prospecting. Ethanol extraction was performed by percolation. For the bioassay, third instar larvae were used, exposed to five concentrations, in different periods. With exposure for 12 hours, mortality of 29.33% and 16.66% was observed at concentrations of 20 mg mL<sup>-1</sup> and 10 mg mL<sup>-1</sup>, respectively. In 36 hours, there was 91.33% mortality in both concentrations. In phytochemical prospecting, alkaloids and flavonoids were observed. The ethanolic extract of *S. sisymbriifolium* present toxic effect on *A. aegypti* larvae, demonstrating potential to be used as insecticide.

**KEYWORDS:** Botanical insecticide, Dengue, Insect control.

## INTRODUÇÃO

O *Aedes aegypti* tem a capacidade de transmitir várias harbovirose que acometem a saúde pública. Este inseto tem um comportamento sinantrópico e hábito antropófilico, o que possibilita a sua dispersão por todas as áreas habitadas por humanos.

O controle de *Aedes aegypti* é realizado principalmente, com inseticidas sintéticos, porém o uso indiscriminado dos mesmos vem aumentando, elevando o número de populações de insetos resistentes (ZHANG et al., 2015). Nesse sentido, a utilização de inseticidas botânicos deve ser estimulada, pois, em virtude da sua volatilidade e da sua baixa permanência no meio ambiente é menos prejudicial aos humanos. Segundo Rattan et al.(2010) os inseticidas botânicos são mais seguros que os sintéticos; tanto para o ser humano e animais domésticos quanto para o ambiente. Porém para a utilização em larga escala é necessário abordar diversos fatores, como os relacionados com a composição química, que ainda é pouco abordado em estudos (ISMAN e GRIENEISEN, 2014).

A família Solanaceae é produtora de diversos metabólitos secundários susceptíveis, e muitos deles não foram estudados. Esta família é rica em compostos biologicamente ativos, destacando-se o grupo dos alcalóides, que podem causar efeitos estimulante e tóxico para mamíferos, mesmo em pequenas doses (HASSINE et al., 2013).

Chowański et al.(2016) relataram efeitos letais e subletais oriundos de solanáceas em diferentes Ordens de insetos pragas. Os efeitos subletais visam causar um desequilíbrio

no ciclo do inseto, como deformidades, diminuição da oviposição e prolongamento de estágios. Patil et al. (2011) avaliaram a toxicidade de *Cestrum nocturnum* sobre *A. aegypti* com resultados promissores.

Neste sentido o objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade inseticida do extrato etanólico obtido dos caules e raízes de *Solanum cf. sisymbriifolium*, sobre larvas do *A. aegypti*, bem como a prospecção fitoquímica.

## MATERIAL E MÉTODOS

As plantas foram coletadas no setor de Avicultura, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/ Itapetinga-Ba. Após a preparação da exsiccata a mesma foi encaminhada para a Profa. Dra. Guadalupe Licon de Macedo e, posteriormente depositada no herbário da UESB sob o registro HUESB - 14341, *Solanum cf. sisymbriifolium*. Nome popular: mata-cavalo, Joá-bravo, Arrebenta-cavalo.

As partes utilizadas, caules e raiz foram triturados em um moinho de facas, pesadas (500g) e acondicionadas em funis de separação para a obtenção dos extratos. Para a obtenção do extrato etanólico, as plantas foram inseridas em funis de separação de 2L, onde permaneceram até extração exaustiva com solução etanólica 70°C. Após 24 horas, a solução foi transferida para um bquer (500mL) e colocado dentro de um balão de 1L, e este acoplado ao evaporador rotativo, com uma rotação de 70 rpm e em contato com o banho termostático, à 40°C onde permaneceram por um período de 60 minutos, a 3 horas. Os extratos retirados da evaporação foram mantidos em recipientes de vidro abertos até a completa evaporação do solvente utilizado, e o etanol colocado novamente nos funis para percolação até o dia posterior. Ficaram mantidos no laboratório em temperatura ambiente, livre de exposição de luminosidade artificial, utilizou-se papel alumínio em volta de cada funil.

Para o preparo das frações utilizou-se uma quantidade de 1g do extrato bruto diluído em 1 $\mu$ l de DMSO. Após a total diluição adicionou-se em um balão de fundo chato de 50mL e completou-se com água, fazendo uma solução a 100%. A partir disso, foram fracionados a 50%, 25%, 12,5% 6,25%. Como controle foi utilizado 1 $\mu$ l de DMSO + H<sub>2</sub>O até completar 50mL e outro contendo apenas água.

Para a realização da prospecção fitoquímica seguiu-se a metodologia preconizada por Mattos (1997), visando verificar, a presença de triterpenóide, alcalóides, glicosídeos cardiotônicos, flavonoides, saponina e taninos.

Foram consideradas mortas as larvas que não respondiam ao estímulo mecânico. As observações da mortalidade larval foram realizadas nos períodos de 1, 2, 4, 8, 12, 24, 36 e 48 horas, após montagem do experimento. O delineamento experimental foi inteiramente casualidade. Para a avaliação da mortalidade larval utilizou-se o teste ANOVA e foi aplicado o teste Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a relação à mortalidade larval, a partir de 12h de exposição os extratos mostraram-se tóxicos, com mortalidade de 29,33% e 16,66%, na concentração de 20 mg mL<sup>-1</sup> e 10 mg mL<sup>-1</sup>, respectivamente. Com 36h, observou-se mortalidade de 91.33%. As demais concentrações não foram tóxicas sobre as larvas de *A. aegypti*. Não houve mortalidade nos controles (Tabela 1).

Concentrações	Composição Química							
	1h	2h	4h	8h	12h	24h	36h	48h
20 mg mL <sup>-1</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	29.33 <sup>a</sup>	29.33 <sup>a</sup>	91.33 <sup>a</sup>	93.33 <sup>a</sup>
10 mg mL <sup>-1</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	16.66 <sup>ab</sup>	16.66 <sup>ab</sup>	91.33 <sup>a</sup>	91.33 <sup>a</sup>
5 mg mL <sup>-1</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.66 <sup>b</sup>	0.66 <sup>b</sup>	3.33 <sup>b</sup>	3.33 <sup>b</sup>
2,5 mg mL <sup>-1</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	1.33 <sup>b</sup>	1.33 <sup>b</sup>
1,25 mg mL <sup>-1</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.66 <sup>b</sup>	0.66 <sup>b</sup>
H2O + DMSO	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>
H2O	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Tabela 1. Atividade larvicida do extrato etanólico das folhas e raízes de *Solanum cf sisymbriifolium* (Solanaceae) sobre *Aedes aegypti* (Linhagem Rockefeller).

Ibarrola et al., (1996) observaram o efeito hipotensivo, a depender da dose, dos extratos hidroalcoólicos das raízes de *S. sisymbriifolium* em ratos hipertensos conscientes e ratos normotensos anestesiados. Os mesmos pesquisadores realizaram estudos farmacológicos de *S. sisymbriifolium*, e revelaram atividade moluscicida.

Sasaki-Crawley (2013), demonstrou que os extratos aquosos e metanólicos da parte aérea de *S. sisymbriifolium* foram capazes de induzir forte eclosão de *Globodella pallida* (Nematoda), demonstrando ter sido estimulada bioquimicamente pela planta.

No presente trabalho a partir da análise química do extrato foi possível observar a presença de flavonoides e alcaloides (Tabela 2).

Composição Química	
Alcalóides	+
Taninos	-
Saponinas	-
Flavonoides	+
Cumarinas	-
Glicosídeos Cardiotônicos	-
Triterpenóide	-

Presença do componente (+), ausência do componente (-).

Tabela 2. Análise fotoquímica do extrato hidroalcoólico das raízes e caules de *Solanum cf. sisymbriifolium*.

Os alcalóides e flavonóides são os metabólitos secundários mais comuns encontrados no gênero *Solanum* (BARROS, 2017). Estudos realizados por Ferro et al.(2005) demonstram que a partir das raízes de *Solanum cf. sisymbriifolium* foram isolados os alcalóides esteroídicos solasodieno e solasodina, além de alcalóides não esteroídicos, como a cuscuigrina, solamina e solacaproína.

Moreira (2001) comprovou que a presença de cumarinas e flavonóides podem causar um efeito tóxico em insetos, podendo inibir o desenvolvimento de secreção de hormônio *elo corpora allata* (presente no desenvolvimento da metamorfose), possuindo então atividade tóxica. Os alcalóides são compostos de substâncias que atuam também com um efeito de toxicidade sobre microrganismos e insetos (CHIESA E MOYRA, 2004).

## CONCLUSÕES

O extrato etanólico dos caules e raízes de *S. sisymbriifolium*, foram tóxico sobre as larvas de *A. aegypti*, e na análise fitoquímica foram observadas substâncias como potencial inseticidas.

## REFERÊNCIAS

- BARROS, R. P. C. Triagem virtual de metabólitos secundários com potencial atividade antimicrobiana do gênero *Solanum* e estudo fitoquímico de *Solanum capsicoides* All. 215f. Dissertação (Mestrado) – Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.
- CHIESA, F. A. F.; MOYNA P.; SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P., MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. (Ed.). Farmacognosia: da planta ao medicamento. 5 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004. p. 869-883.
- CHOWAŃSKI, S.; ADAMSKI, Z.; MARCINIAK, P.; ROSIŃSKI, G.; BÜYÜKGÜZEL, E.; BÜYÜKGÜZEL K.; FALABELLA, P.; SCRANO, L.; VENTRELLA, E.; LELARIO F.; BUFO, S.A., A review of bioinsecticidal activity of Solanaceae alkaloids. *Toxins*. v.8, p.1-28, 2016.
- FERRO, E.A.; ALVARENGA, N.L.; IBARROLA, D.A.; HELLIÓN-IBARROLA, M.C. e RAVELO, A. G. A new steroidal saponin from *Solanum sisymbriifolium* roots. *Fitoterapia*, v.76, n.6, p.577-579, 2005.
- HASSINE, T.; MANSOUR, A., HAMMAMI, S. Case report of fatal poisoning by *Nicotina tabacum* in cattle in Tunisia. *Revue de Médecine Vétérinaire*, v.164, p.141-144, 2013.
- IBARROLA, D.A.; IBARROLA, M. H.; VERA, C.; MONTALBETTI, Y.; FERRO, E. A. Hypotensive effect of crude root extract of *Solanum sisymbriifolium* (Solanaceae) in normo- and hypertensive rats. *Journal of Ethnopharmacology* v.54, n.7, p.12, 1996.
- ISMAN, M.B., GRIENEISEN, M.L.; Botanical insecticide research: many publications, limited useful data. *Trends Plant Science*.v.19, p.140-145, 2014.
- MATOS, FJ de A. Introdução à fitoquímica experimental. Edições UFC, 1997.

MOREIRA, M. D. Isolamento, identificação e atividade inseticida de constituintes químicos de *Ageratum conyzoides*. 2001. Tese de Mestrado em Entomologia-Viçosa, UFV, 2001, 60p.

PATIL, C.D.; PATIL, S.V.; SALUNKE, B.K; SALUNKE, R.B. Bioefficacy of *Plumbago zeylanica* (Plumbaginaceae) and *Cestrum nocturnum* (Solanaceae) plant extracts against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) and nontarget fish *Poecilia reticulata*. *Parasitology Research* v.108, 1253–1263, 2011.

RATTAN, Rameshwar Singh. Mechanism of action of insecticidal secondary metabolites of plant origin. *Crop protection*, v. 29, n. 9, p. 913-920, 2010.

SASAKI-CRAWLEY, A. Signalling and behaviour of *Globodera pallida* in the rhizosphere of the trap crop *Solanum sisymbriifolium*. (Master Dissertation) Plymouth University, 2013.

ZHANG, H.; GEORGESCU, P.; HASSAN, A, S. Mathematical insights and integrated strategies for the control of *Aedes aegypti* mosquito. *Applied Mathematics and Computation*, v.273, p.1059-1089, 2015.

# SISTEMAS AGROFLORESTAIS COMO ESTRATÉGIA DE ENFRENTAMENTO AO ÊXODO RURAL

*Data de aceite: 01/08/2023*

### **Bianca Nicácio Malta**

Estudante de Agroecologia Bacharelado do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

### **Kathleen Lins dos Santos**

Estudante de Agroecologia Bacharelado do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

### **Thalia Fernanda da Silva**

Estudante de Agroecologia Bacharelado do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

### **José Roberto Santos**

Docente do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA), Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

cada vez mais frequentes, principalmente na região nordeste, o que nos leva a pensar o que causa o êxodo rural e possíveis soluções. Diante disso, esse artigo teve como objetivo de analisar o êxodo rural e como este poderia diminuir com a adoção de sistemas florestais como política pública. Para isso, foi feito levantamento bibliográfico nas bases de dados: Portal CAPES, Google Acadêmico, Science.gov e Science Research, buscando trabalhos científicos publicados a partir de estudos realizados no Brasil sobre os temas ‘agricultura convencional’, “êxodo rural” e “sistemas agroflorestais” para o qual se utilizou uma metodologia descritivo-analítico-reflexiva. Resultados dessa pesquisa mostra que os sistemas agroflorestais podem aumentar a oferta de alimentos de boa qualidade às famílias do campo e, como resultado disso, pode aumentar a fixação dessas famílias no campo, diminuindo as taxas de êxodo rural.

**PALAVRAS-CHAVE:** Rural migração, urbanização, agricultura familiar.

### **AGROFORESTRY SYSTEMS AS A STRATEGY TO COMBAT RURAL EXODUS**

**ABSTRACT:** Rural exodus is a process of

**RESUMO:** Êxodo rural é um processo de migração do rural para o urbano, ou seja, populações ou indivíduos saem de meios rurais e vão para o meio urbanizado, do campo para cidade, como consequência temos uma intensa urbanização. No Brasil os estudos sobre o êxodo têm se tornado

migration from rural to urban, that is, populations or individuals leave rural areas and go to urban areas, from countryside to city, as a result of this there is an intense urbanization. In Brazil, studies on the exodus have become increasingly frequent, especially in the northeast region, which leads us to think about what causes the rural exodus and possible solutions. Therefore, this article aims to analyze the rural exodus and how it could decrease with the adoption of forest systems as a public policy. For this, a bibliographic survey was carried out in the databases: Portal CAPES, Google Scholar, Science.gov and Science Research, seeking scientific works published from studies carried out in Brazil on the themes 'conventional agriculture', "rural exodus" and "agroforestry systems" for which a descriptive-analytical-reflexive methodology was used. Results of this research show that agroforestry systems can increase the supply of good quality food to rural families and, as a result, can increase the fixation of these families in the countryside, reducing rural exodus rates.

**KEYWORDS:** Rural migration, urbanization, family farming.

## INTRODUÇÃO

Êxodo rural é a saída das pessoas da zona rural para as cidades, ou seja, a migração das pessoas para zonas urbanas com a finalidade de encontrar emprego para a melhoria de vida e para ajudar a família. Com a vida dura no campo muitas pessoas decidiram sair e ir em busca de um emprego melhor na cidade. A revolução verde também proporcionou essa busca das pessoas de saírem da zona rural para as cidades em busca de emprego.

O êxodo rural no Brasil ocorreu, de forma mais intensa a partir de 1960, mantendo patamares relativamente elevados nas décadas seguintes e perdendo força total na entrada dos anos 2000. Segundo estudos publicados pela Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), o êxodo rural, nas duas primeiras décadas citadas, contribuiu com quase 20% de toda a urbanização do país, passando para 3,5% entre os anos 2000 e 2010 (1 ALVES, E. et. al. Êxodo e sua contribuição à urbanização de 1950 a 2010. Revista de Política Agrícola (Embrapa). Ano XX – nº 2 – abr./maio/jun. 2011. pp.80-88.)

De acordo com o Censo Demográfico de 2010 divulgado pelo IBGE, em relação à população brasileira, o êxodo rural foi desacelerando nos tempos atuais em comparação com o Censo anterior (2000), quando a taxa de migração campo-cidade por ano era de 1,31% em comparação com a última amostra que registrou uma queda para 0,65% (1 ALVES, E. et. al. Êxodo e sua contribuição à urbanização de 1950 a 2010. Revista de Política Agrícola (Embrapa). Ano XX – nº 2 – abr./maio/jun. 2011. pp.80-88.)

Parte desse fenômeno é majorado por falta de políticas públicas para a zona rural para melhorar a qualidade de vida das populações que vivem no campo. Esse descaso se traduz em prejuízos sociais, culturais e econômicos para o país, por duas vias. A primeira está relacionada aos custos elevados da excessiva urbanização, que não se limitam aos recursos públicos alocados pelos 3 níveis de governo para tentar prover a infraestrutura e os serviços básicos demandados pela população urbana. Os custos são também visíveis

na baixa qualidade de vida nas metrópoles e urbes de médio porte, que sem dúvida podem ser qualificadas de “cidades ineficientes”, cada vez menos sustentáveis, que afastam e desestimulam os negócios. A segunda via do prejuízo decorre da riqueza e do bem-estar que poderiam ser gerados no meio rural, e que é perdido pela falta de políticas e investimentos adequados. Este trabalho teve por objetivo analisar o êxodo rural no Brasil e propor uma estratégia para mitigar esse fenômeno com a adoção de sistemas florestais.

## **METODOLOGIA**

Neste trabalho, realizou-se um levantamento bibliográfico nas bases de dados de publicações científicas publicadas a partir de estudos realizados no Brasil nos últimos 10 anos sobre os temas ‘êxodo rural”, “agricultura industrial” e “sistemas agroflorestais” para o qual se utilizou uma metodologia descritivo-analítico-reflexiva.

Para nortear essa reflexão, foram apresentados os conceitos de êxodo rural e suas consequências e sua relação com os modos de produção agropecuária. A pesquisa se baseou na hipótese de que a saída da população do campo em direção à cidade foi motivada pela dinâmica produtiva do espaço rural priorizando a agricultura industrial e pela falta de políticas públicas para dar condições de qualidade de vida as populações do campo, sobretudo os agricultores familiares, sendo estes o grupamento do campo mais afetado pelo fenômeno do êxodo rural.

Foi realizada uma análise comparativa teórica do potencial de fixação de pessoas no campo da agricultura industrial e da agricultura familiar no Brasil e a possibilidade da utilização de sistemas agroflorestais como estratégia de fixar pessoas no campo, sobretudo os mais jovens. Os elementos teóricos para esse estudo comparativo teve por base dados do IBGE.

## **Êxodo Rural: caminho do caos**

O êxodo rural, deslocamento de pessoas do campo (zona rural) para as cidades (zonas urbanas), ocorre desde a antiguidade na história dos povos. Como exemplo temos na Roma antiga, durante o Império Romano, uma grande migração para as cidades romanas, o que passou a preocupar os imperadores, que criaram, para evitar problemas sociais nas cidades, a política do pão-e-circo que significa comida e diversão para acalmar e distrair os desempregados (Apontamentos de aula, Martins, 2021).

No Brasil, há registros de êxodo rural desde 1950 (**Gráfico 1**). No período de 1970 a 1980 foram transferidos para o meio urbano um percentual de 30% da população rural. Depois disto, a migração perdeu fôlego, e na última década migraram um pouco mais de 17% da população rural existente em 2000 (IBGE, 2010).

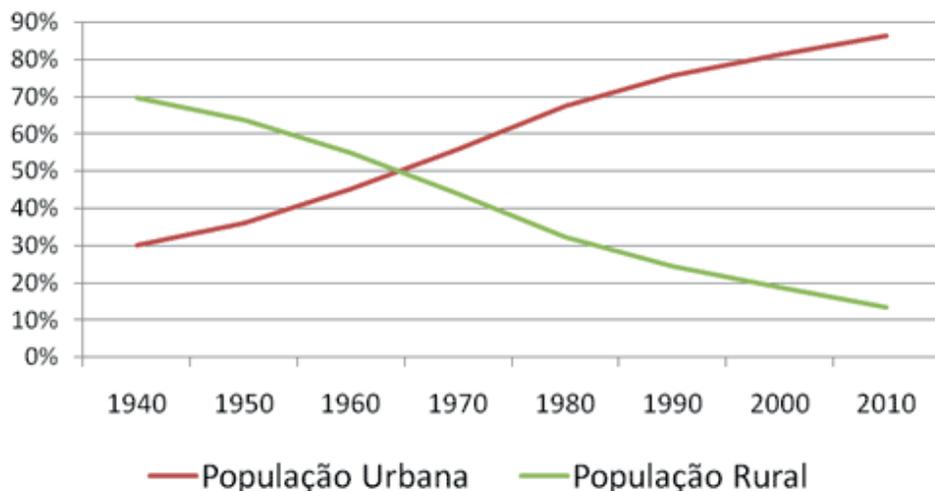


Gráfico 1. População Urbana e Rural do Brasil de 1940 a 2010

Fonte: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. [www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br).

O Brasil é um país de proporções continentais onde cada região possui aspectos fisiográficos singulares, com características únicas e com enormes diferenças físicas, sociais, culturais, populacionais e políticas (SANTOS et al., 2009). Muitas causas estão associadas ao êxodo rural. De acordo com Marques (2015), um dos motivos é a atração que as cidades exercem sobre a população rural. Esse motivo é corroborado por Casagrande & Souza (2012), que afirmam que o processo de êxodo rural vem sendo ocasionado principalmente por parte da população da zona rural que saem do campo em busca de melhores condições de vida nas cidades, atraídos pelo lucro financeiro e pelo fator atrativo que as cidades exercem nas populações de baixa renda.

Outros motivos dessa migração, possivelmente seja a modernização da agricultura que incentivou a mecanização do setor rural (AUGUSTO & RIBEIRO, 2005).

Apesar do êxodo ser um fenômeno que ocorre em todas as regiões brasileiras, a região Nordeste, tem apresentado a maior ocorrência entre as regiões brasileiras, sobretudo em direção à região Sudeste (**Figura 1**).



Figura 1. Fluxo de migrações no Brasil entre 1960 e 1980.

Fonte: IBGE (2017).

Muitos fatores causam esse processo na região Nordeste levando os agricultores procurar outra forma de renda. Os principais estão ligados à problemas estruturais quanto à sustentabilidade dos sistemas de produção de alimentos, que aliados aos constantes efeitos do clima, a exemplo das secas, dificultam sua manutenção e desenvolvimento como a degradação do solo, água, diminuição da biodiversidade de espécies e, como consequência ao meio ambiente, início do processo de desertificação, isso dificulta o processo de produção (SANTOS et al., 2009).

O setor mais afetado nesta conjuntura foi o da agricultura de base familiar. Este segmento da agricultura brasileira, ainda que muito heterogêneo, responde por importante parcela da produção agropecuária e apresenta estreitas relações com os segmentos da indústria e prestação de serviços, o que implica numa importante participação no produto gerado pelo agronegócio. O processo fundiário histórico somado à falta de condições para que os pequenos agricultores permaneçam no campo contribuíram para que a agricultura familiar ocupe uma área de apresenta apenas 23% das áreas produtivas do Brasil (**Gráfico 2**).

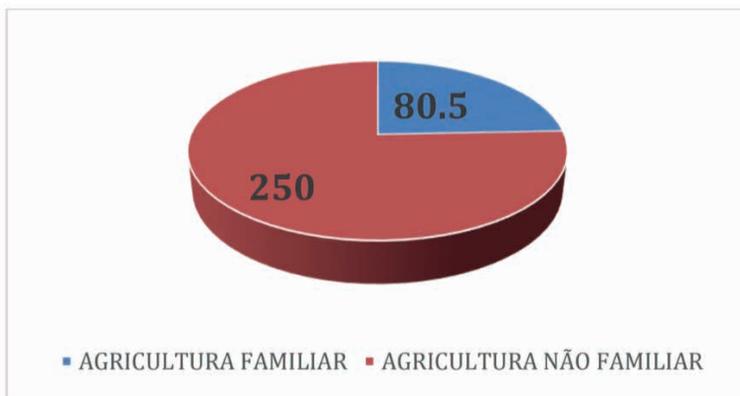


Gráfico 2. Distribuição da área com agricultura familiar e não familiar no Brasil, em milhões de hectares.

Fonte> Censo agropecuário 2017, IBGE 2018.

Mesmo ocupando menos de  $\frac{1}{4}$  da área agrícola do Brasil, a agricultura familiar consegue manter três vezes mais pessoas ocupadas no campo do que a agricultura não familiar (**Gráfico 3**). Esse dado tem grande importância e deve ser considerado em qualquer estratégia de política pública para a agricultura.

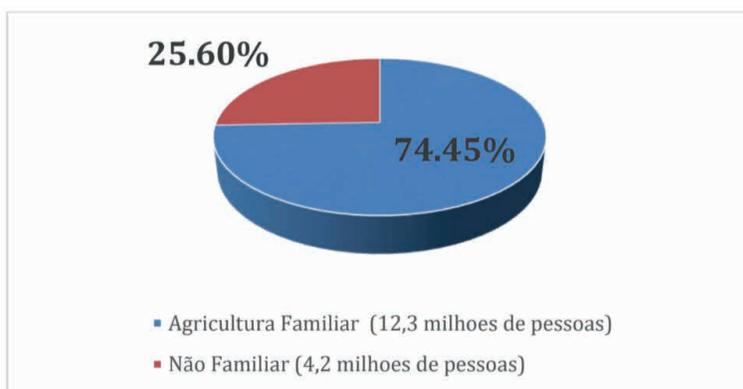


Gráfico 3. Percentagem do pessoal ocupado no campo na agricultura familiar e não familiar no Brasil.

Fonte> Censo agropecuário 2017, IBGE 2018.

### Sistemas agroflorestais como estratégia de fixação do homem no campo

No conjunto da produção agropecuária, quando se consideram os alimentos que vão para a mesa dos brasileiros, os estabelecimentos de agricultura familiar têm participação significativa. De acordo com o IBGE (2019), baseado nos dados do censo agropecuário de 2017, a agricultura familiar, constituída de pequenos produtores rurais, povos e comunidades tradicionais, assentados da reforma agrária, é a principal responsável pela produção dos

alimentos para o consumo da população brasileira. Nas culturas permanentes, o segmento responde por 48% do valor da produção de café e banana; nas culturas temporárias são responsáveis por 80% do valor de produção da mandioca, 69% do abacaxi e 42% da produção do feijão.

A agropecuária industrial por sua vez, por mais que seja importante para a economia do país, tem contribuído para produção de commodities em grandes áreas e despovoado as zonas agrícolas devido ao uso intensivo da mecanização e pacotes tecnológicos baseado no uso de fertilizantes e agrotóxicos. Essas práticas insustentáveis são incompatíveis à pequena produção e tem trazido endividamento ao agricultor familiar e, por fim o abandono de suas terras e migração para zonas urbanas.

Lima et al., (2015) estudando as causas e consequências do êxodo rural no nordeste brasileiro, expõe que adoção do modelo padrão tecnológico, baseado em insumos agrícolas e na mecanização, quebrou a lógica da agricultura familiar, uma vez que os produtores que não conseguem realizar mecanização em sua produção e têm baixo rendimento de produtividade, está submetido à desvantagem no mercado.

Neste contexto, surgem os sistemas agroflorestais (SAFs), caracterizados como agricultura de processos e não de insumos, onde o agricultor trabalha com insumos da propriedade, trazendo maior autonomia ao mesmo. De acordo com Nair (1993) os SAFs são tecnologias de uso da terra, onde o manejo de plantas nativas é combinado com cultivos agrícolas e/ou animais. Constituem uma alternativa para minimizar a degradação ambiental, uma vez que há melhor utilização dos recursos naturais disponíveis (nutrientes, água e luz) o componente arbóreo geralmente contribui para proteção e melhoria das condições de solo, diminuindo a erosão e contribuindo para manutenção da biodiversidade e dos mananciais.

O potencial desse modelo agroecológico de produção é gigantesco quando comparado ao modelo agrícola convencional. A agricultura familiar ocupa 80,9 milhões de hectares de terra no Brasil. Se essa área for plantada com sistemas agroflorestais produzindo 20t/ha, é possível produzir mais de 900 milhões de toneladas de alimento por ano, de forma sustentável e limpa, ou seja, produção de alimentos com alto valor biológico e sem o uso de agrotóxicos e combustíveis fósseis. Vale salientar que os valores para o cálculo nessa simulação são muito conservadores, considerando que os sistemas agroflorestais possuem potencial para produzir, se bem manejados, acima de 40t/ha ano. A título de comparação, em 2017 o Brasil produziu cerca de 190 milhões de toneladas de grãos de milho e soja utilizando cerca de 90 milhões de hectares (considerando safra e safrinha na mesma área). Isso corresponde a apenas 20% do potencial produtivo dos sistemas agroflorestais. Dessa forma, a produção de postos de trabalho nas pequenas propriedades da agricultura familiar assume um patamar de infinitas oportunidades para criação de milhões de empregos no campo.

Há no Brasil, experiências exitosas de fixação de famílias no campo utilizando

sistemas agroflorestais como forma predominante de produção. Arantes et al (2017), realizando um diagnóstico produtivo de agroflorestas familiares no Vale do Ribeira, concluíram que a manutenção de diferentes espécies de plantas trouxe aumento do bem estar das pessoas e uma renda considerada satisfatória.

Hein e Silva (2019), citando estudos de Wanderley (2017) e Aquino et al. (2016), afirmam que a vulnerabilidade econômica e social na agricultura familiar do Brasil é uma das principais causas do êxodo rural. Fatores como a autonomia e a forma de produção de alimentos que reproduz os sistemas convencionais de cultivo, baseados em monoculturas levam às famílias ao endividamento e por fim, ao abandono de suas terras (PAULA et al.,2014). A adoção de sistemas Agroflorestais, por sua vez, pode aumentar a diversidade e qualidade de alimentos e diminuir a dependência de insumos, visto que nesse sistema, utilizam-se predominantemente, os insumos produzidos na propriedade.

Dessa forma, defende-se os sistemas agroflorestais como estratégia para fixar pessoas no campo, em contraposição as políticas públicas brasileiras e mundiais, que apoiam grandes empresas do agronegócio que exploram os bens da natureza, desterritorializa os camponeses e produzem monocultura com uso intensivo de agrotóxicos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O êxodo rural tem trazido consequência desastrosas para o espaço urbano e criado vazios nas áreas agrícolas no Brasil, motivado pelo modelo agrário e agropecuário brasileiro baseado na monocultura intensiva. Faz-se necessário criar políticas públicas para melhorar a qualidade de vida do homem do campo para que ele tenha condições plenas de produzir e evitar que o mesmo desista do campo e migre para a cidade, para trabalhar em subemprego ou servir de mão de obra barata na cidade.

Os sistemas agroflorestais, também denominados agroflorestas podem aumentar a oferta de alimentos de boa qualidade ao consumidor e, como resultado disso, pode aumentar a fixação desse homem no campo, diminuindo as taxas de êxodo rural. Esse modelo de agricultura, ao estabelecer áreas produtivas contribui para a formação do solo, regulação do microclima e favorecimento do ciclo das águas, implicando em benefícios econômico, sociais e ambientais. Nesse contexto, toma-se aqui o agricultor familiar como elemento chave para a geração de riquezas no campo com impactos positivos para toda sociedade, traduzindo-se numa ótima alternativa para a redução do processo de êxodo rural, valorizando o trabalho no campo e melhorando o meio ambiente.

Evidentemente, outras políticas sociais de combate à pobreza, locais e nacionais devem ser colocadas em prática, de forma conjunta e coordenada, para que os agricultores e suas famílias possam desenvolver sistemas agroflorestais com base em extensão rural de base agroecológica permanente e consigam se inserir em circuitos alimentares curtos de comercialização, fixar de pessoas no campo, sobretudo os jovens e aumentar a distribuição

de renda de forma equitativa

## REFERÊNCIAS

ARANTES, P. B.; RIGHI, C. A.; BOSI, C.; DOMENICO, GALVEZ, C. I.; V. A. R. Agroflorestas familiares no Vale do Ribeira: diagnóstico produtivo, estratégias e desafios. **REDD –Revista Espaço de Diálogo e Desconexão, Araraquara**, v.9, n.1 e 2. 2017.

AQUINO, J. R. de; GAZOLLA, M; SCHNEIDER, S. Um retrato do lago podre da agricultura familiar no Estado do Rio Grande do Sul. **Redes**, v. 21, n. 3, p. 66-92, 2016.

HEIN, A. F.; SILVA, N. L. S. da. A insustentabilidade na agricultura familiar e o êxodo rural contemporâneo Estudos Sociedade e Agricultura, vol. 27, núm. 2, 2019, Junho-Setembro, pp. 394-417 Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

IBGE. **Censo agropecuário 2017**: Rio de Janeiro, v. 8, p.1-105, 2019. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro\\_2017\\_resultados\\_definitivos.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro_2017_resultados_definitivos.pdf)

LIMA, F. W.; FONSECA, OLIVEIRA, A. M.de; VOGADO, G. M. S.; SOUSA, G. G. T.; SOUSA, T. de O.; SOUSA JÚNIOR, S. C.; LUZ, C. S.M. Causas e consequências do êxodo rural no nordeste brasileiro. **Nucleus**, v.12,n.1,abr.2015

MARTINS, C. M. P. Êxodo rural. Apointamentos de aula da disciplina Geografia rural, Aula 6. 2021..

PAULA, M. M. de; KAMIMURA, Q. P.; SILVA, J. L. G. da. Mercados institucionais na agricultura familiar. **Revista de Política Agrícola**, v. Ano XXIII, n. 1, p. 33-43, 2014.

WANDERLEY, M. de N. B. “Franja Periférica”, “**Pobres do Campo**”, “**Camponeses**”: dilemas da inclusão social dos pequenos agricultores familiares. In: DELGADO, Guilherme Costa; BERGAMASCO, Sonia Maria Pessoa Pereira (Eds.). Agricultura Familiar Brasileira: Desafios e Perspectivas de Futuro. 1. ed. Brasília: Ministério de Desenvolvimento Agrário, 2017. p. 474

# MODELOS DE CULTIVO EN ACUICULTURA Y SU IMPORTANCIA ALIMENTICIA

*Data de aceite: 01/08/2023*

### **José Luis Gómez-Márquez**

Laboratorio de Limnología, FES Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. Batalla 5 de mayo, esq. Fuerte de Loreto, Ejército de Oriente, Iztapalapa, C.P. 09230, Ciudad de México.

### **Bertha Peña-Mendoza**

Laboratorio de Limnología, FES Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. Batalla 5 de mayo, esq. Fuerte de Loreto, Ejército de Oriente, Iztapalapa, C.P. 09230, Ciudad de México.

### **José Luis Guzmán-Santiago**

Laboratorio de Limnología, FES Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. Batalla 5 de mayo, esq. Fuerte de Loreto, Ejército de Oriente, Iztapalapa, C.P. 09230, Ciudad de México.

### **Roberto Trejo-Albarrán**

Laboratorio de Hidrobiología, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, C. P. 62209, Cuernavaca, Morelos.

fines ornamentales, religiosos y con el fin de tener disponibilidad del recurso íctico, los introdujeron en los ríos y embalses naturales (lagos) y artificiales (estanques). El incremento de la población desde el siglo pasado, ha generado una mayor demanda mundial en la producción de peces y mariscos, debido a que los recursos acuáticos de captura cada vez son insuficientes.

México es un país con alto potencial para llevar a cabo el desarrollo de la acuicultura, debido a que presenta gran variedad de climas asociados a una gran diversidad de paisajes con diferente relieve fisiográfico, diversos tipos de vegetación y cuenta con el 12% de la biodiversidad mundial y más de 12 000 especies endémicas (Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008). La acuicultura se ha venido desarrollando desde hace muchos años con un crecimiento sustentable y participa con una cantidad importante en la producción nacional, que reporta un consumo *per cápita* de productos pesqueros de 9.9 Kg/persona/año en 1960 a casi 20.2 Kg en el 2020 (FAO, 2022). Este incremento, se debe a que los productos pesqueros se caracterizan por tener alta cantidad y calidad proteínica, pocos carbohidratos y gran cantidad de ácidos

**RESUMEN:** En México la acuicultura tiene sus inicios en el período prehispánico, cuando los peces eran cultivados con

grasos.

Según el grado de tecnificación que se utiliza en los sistemas de cultivo de moluscos, crustáceos y peces, este se divide en **extensivo**, **semi-intensivo**, **intensivos** e incluso, en la producción de camarón, tilapia y trucha existe el sistema **hiperintensivo**, el cual se puede desarrollar en jaulas, líneas suspendidas, estanques, canales, estanques de concreto y otros sistemas y la producción está determinada por la densidad de organismos por m<sup>2</sup>, el tipo de alimentación, flujo de agua, tecnología empleada, capital a invertir y la especie acuática a producir.

Este recurso natural renovable ha sido heredado por nuestros antepasados, que pensaban que era un recurso inagotable; sin embargo, hoy en día eso no es cierto y a menos que lo conservemos para las futuras generaciones en forma ordenada y administrada, estos no seguirán siendo una fuente inagotable de riqueza alimenticia y económica.

**PALABRAS-CLAVE:** Acuicultura, tipos de cultivo, alimentación, producción

**ABSTRACT:** In Mexico, aquaculture has its beginnings in the pre-Hispanic period, when fish were cultivated for ornamental and religious purposes, and in order to have availability of fish resources, they were introduced into rivers, natural (lakes) and artificial (ponds) reservoirs. The increase in the population since the last century has generated a greater world demand in the production of fish and shellfish, due to the fact that the aquatic resources obtained by capture are increasingly insufficient.

Mexico is a country with high potential to carry out the development of aquaculture, because it presents a great variety of climates associated with a great diversity of landscapes with different physiographic relief, various types of vegetation and has 12% of biodiversity. worldwide and more than 12,000 endemic species (Llorente-Bousquets and Ocegueda, 2008). Aquaculture has been developing for many years with sustainable growth and participates with a significant amount in national production, which reports a per capita consumption of fish products from 3.46 Kg/person/year in 1970 to almost 17.03 Kg in 2017. This increase is due to the fact that fishery products are characterized by having a high quantity and quality of protein, few carbohydrates and a large quantity of fatty acids.

Depending on the degree of technology used in mollusk, crustacean and fish farming systems, this is divided into extensive, semi-intensive, intensive and even, in the production of shrimp, tilapia and trout there is a hyperintensive system, which It can be developed in cages, suspended lines, ponds, channels, concrete ponds and other systems and the production is determined by the density of organisms per m<sup>2</sup>, the type of food, water flow, technology used, capital to invest and the species aquatic to produce.

This renewable natural resource has been inherited by our ancestors, who thought it was an inexhaustible resource; however, nowadays this is not true and unless we preserve it for future generations in an orderly and managed manner, they will not continue to be an inexhaustible source of food and economic wealth.

**KEYWORDS:** Aquaculture, types of culture, feeding, production

## INTRODUCCIÓN

La acuicultura, es una actividad que abarca muy variados aspectos y una amplia gama

de especies, sistemas y prácticas y resulta indudable que, a pequeña escala, promueve el desarrollo socio-económico y cumple los objetivos de producción de alimentos, generación de ingresos, y provisión de empleo para los agricultores de escasos recursos (FAO, 2022).

Esta actividad productiva, se presenta hoy, como una nueva alternativa de producción para el sector agropecuario con excelentes perspectivas. Sin embargo, es necesario desarrollar tecnología en este campo, que optimice los sistemas de producción y transformación de las diversas especies acuícolas, en específico para la región Norte de México (Hernández *et al.*, 2009).

La **acuicultura** con base en el DOF (1994), es el cultivo de especies de la flora y fauna acuáticas, mediante el empleo de métodos y técnicas para su desarrollo controlado en todo estadio biológico y ambiente acuático y en cualquier tipo de instalación. También se puede considerar como el cultivo y producción de animales y plantas acuáticas en agua dulce, salobre o marina bajo condiciones controladas y/o semi-controladas, en donde interviene la mano del hombre. Los principales organismos acuáticos producidos son peces, moluscos, crustáceos y otros invertebrados, así como plantas acuáticas en ambiente marino, salobre o agua dulce, en estanques naturales en las zonas rurales hasta los sistemas cerrados de producción intensiva dentro de las ciudades, con una producción de alimentos por hectárea muy superior a la de la agricultura o a la de la ganadería y es actualmente, uno de los sectores productivos de mayor crecimiento en el mundo. (FAO, 2011; Escárcega 2020).

Las especies acuícolas que se cultivan artificialmente en México son en su mayoría introducidas, debido a que las especies endémicas (nativas) son difíciles de manejar por su agresividad, porque no aceptan el alimento artificial o porque su crecimiento es lento. Por otro lado todos los productos acuícolas se caracterizan por tener alta cantidad y calidad proteínica, pocos carbohidratos y gran cantidad de ácidos grasos poli-insaturados, cantidades mayores que los que aportan otros productos agropecuarios (Fragoso y de Ocampo, 2004).

México por ser un país situado en la confluencia de las regiones zoogeográficas Neártica y Neotropical, cuenta con una gran biodiversidad. Dentro de esa diversidad se encuentran numerosas especies nativas que son explotadas comercialmente en forma artesanal y tradicionalmente aceptadas en los mercados locales. Diferentes especies de cíclidos nativos llamados regionalmente mojarras, mantienen pesquerías en diferentes partes del país (Chávez, 1993).

La *acuicultura* es una práctica milenaria que cultiva organismos acuáticos como moluscos, peces, algas y que interviene en la crianza de estas especies para aumentar su producción. A la práctica que se dedica exclusivamente a los peces se le denomina *piscicultura* y suele dividirse de acuerdo con el tipo de agua donde residen los peces (dulce salobre o marina) y con la especie a la que pertenecen. Por tanto, la producción de larvas de peces, también llamada *larvicultura*, constituye una etapa clave para esta industria (Escárcega, 2020).

México es uno de los países megadiversos a nivel mundial con mayor extensión oceánica (~ 65%) que terrestre (35%), distribuida en la región del Océano Pacífico (incluyendo los Golfo de California y Tehuantepec) y en el Océano Atlántico (con el Golfo de México y el Mar Caribe). Posee una gran riqueza natural en sus regiones oceánica y costera, ligada a la extensión territorial y diversidad, producto de su singular fisiografía y posición geográfica intertropical. Los litorales de México tienen una extensión de 11,592 km de línea de costa, incluidos más de 500 rasgos morfológicos interconectados o aislados –lagunas, bahías, esteros, estuarios y marismas- exclusivamente en su parte continental y sin incluir litorales insulares, de los cuáles 8,475 km pertenecen al Océano Pacífico y 3,117 km al Golfo de México y Mar Caribe. La zona económica exclusiva de México cubre un total de 2 946 825 km<sup>2</sup> y una extensión de mar territorial de 231 813 km<sup>2</sup> (Figura 1). Con respecto a la superficie continental, tiene 2 500 000 has para desarrollar actividades acuícolas (INEGI 2003; de la Lanza, 2004).

Todos estos recursos acuáticos son de importancia económica y alimenticia para la población mexicana, ya que en diciembre de 2017, el CONEVAL dio a conocer los resultados de la medición de pobreza a nivel municipal correspondientes a 2015, los cuales han permitido identificar la existencia de un problema dual. De acuerdo con los datos de CONEVAL al 2017 se estimó que 53.42 millones de personas (43.69% de la población) se encontraban en situación de pobreza a nivel nacional, de las cuales 9.4 millones se encuentran en situación de pobreza extrema. De este total, el 23.3% (27 millones) de la población vive en pobreza alimentaria y el 12.5% sufre desnutrición crónica. Por una parte, existen municipios donde el fenómeno de la pobreza se generaliza a la mayoría de sus habitantes y por otra, existen municipios grandes en términos del número de habitantes y con porcentajes de pobreza menores, que muestran una mayor diversidad de las condiciones de vida de su población (CONEVAL, 2019).

México constituye una nación con una economía emergente, donde resulta necesario diversificar las opciones productivas para avanzar en la conservación del capital natural, la autosuficiencia alimentaria, la generación de empleos y el desarrollo regional. En este sentido, el potencial de crecimiento de la piscicultura marina es amplio si consideramos la disponibilidad de más de 11 500 mil kilómetros de litorales y la existencia de una fauna tropical diversa (Escárcega, 2005).

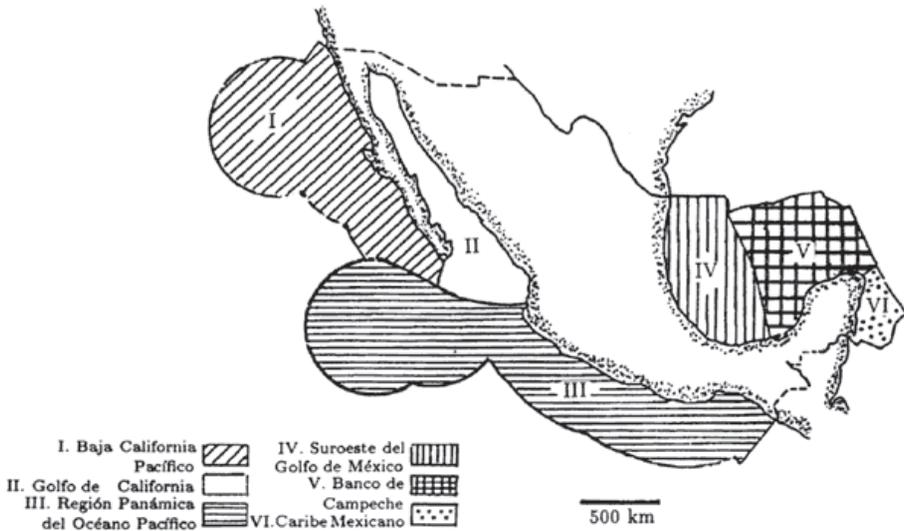


Figura 1. La Zona Económicamente Exclusiva (ZEE) de México comprende la provincia marina hasta las 200 millas náuticas (370.4) y en conjunto cubre una superficie de 2 946 825 km<sup>2</sup>, los que sumados a los 2 000 000 de extensión continental, dan un total de 4 946 000 km<sup>2</sup> de superficie territorial nacional. La ZEE se divide en seis subprovincias, tomando como base la situación geográfica de cada una de ellas, así como las características geológicas, climatológicas, biológicas e hidrológicas de las mismas (Tomada de Aguayo y Trápaga, 1996).

Esta actividad productiva, se presenta hoy, como una nueva alternativa de producción para el sector agropecuario con excelentes perspectivas. Sin embargo, es necesario desarrollar tecnología en este campo, que optimice los sistemas de producción y transformación de las diversas especies acuícolas (Hernández *et al.*, 2009).

La acuicultura se está expandiendo y desarrollando en prácticamente todas las regiones del mundo. La demanda de la población mundial por productos acuáticos está incrementando, mientras que la producción por captura de las pescaderías se ha reducido, alcanzando muchas de ellas su máximo potencial productivo. Como consecuencia, no será posible en el corto plazo, sostener el suministro u oferta de productos acuáticos, dirigida a una población que constantemente crece y demanda pescado y marisco (Hernández *et al.*, 2009).

La producción mundial de peces, crustáceos, moluscos y otros animales acuáticos paso en 1980 de 71.8 millones de toneladas a 178 millones de toneladas en 2020 (Figura 2). lo que supone un ligero descenso en comparación con el récord histórico de 179 millones de toneladas registrado en 2018. La pesca de captura contribuyó con 90 millones de toneladas (el 51%) y la acuicultura con 88 millones de toneladas (el 49 %) (FAO, 2022). En México, la producción anual por pesca fue de 1 618 000 toneladas en 2007 y aumentó a 1 950 000 de toneladas en 2021. De estos totales, 267 772 toneladas se produjeron por medio de la acuicultura en el 2007 y en 2021 se incrementó cerca del 50% con una

producción acuática de 351 002 toneladas, siendo la mojarra y el camarón las principales especies que se producen por medio de la acuicultura (CONAPESCA, 2021).

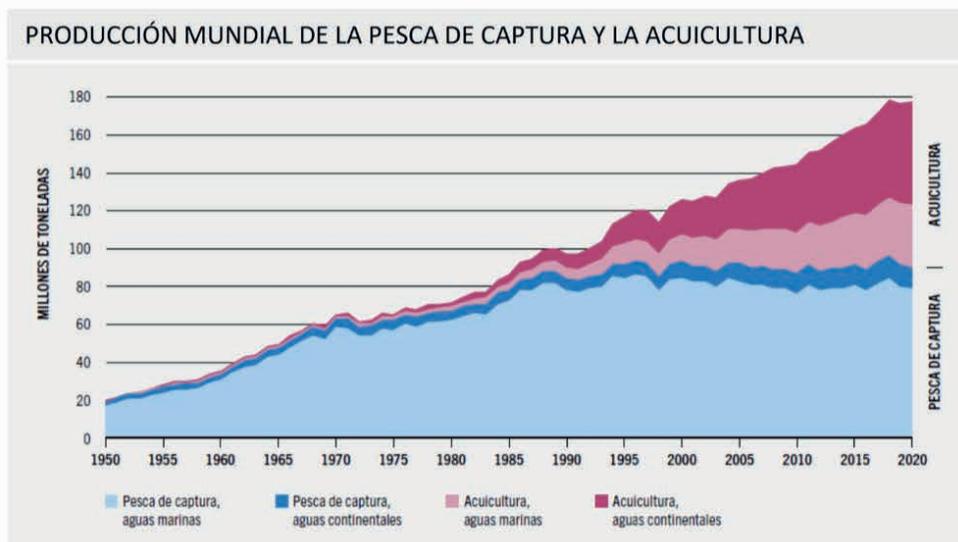


Figura 2. Estado mundial de la pesca y la acuicultura (Tomada de FAO, 2022)

La acuicultura, como toda industria agroalimentaria, se enfrenta al reto del desarrollo sostenible. La acuicultura ha crecido de manera exponencial en los últimos 65 años, partiendo de una producción de menos de 1 millón de toneladas en 1950 a 80 millones de toneladas en 2020. Si se considerando que la producción pesquera de capturas se mantiene estática e incluso ha decrecido en los últimos años, la acuicultura continúa creciendo más rápidamente que cualquier otro sector productor de alimentos de origen animal y seguirá desempeñando un gran y creciente papel a nivel mundial en la producción de pescado para satisfacer la creciente demanda de productos pesqueros (FAO 2022).

La acuicultura entonces, parece tener el suficiente potencial para realizar una significativa contribución a la producción de estos recursos acuáticos, para atender la demanda de la población. De acuerdo con Avilés y Vásquez (2006) y (FAO, 2014), la acuicultura se ha convertido en un factor importante para mejorar la seguridad alimentaria, elevar los estándares nutricionales y aliviar la pobreza y economía de los países en desarrollo.

El futuro de la producción de peces, requiere el uso de agua tan económico como sea posible, rehusándola y eliminando a su vez, residuos que puedan afectar el crecimiento y desarrollo de los peces. Por otra parte, las demandas de legislación ambiental, son también cada vez mayores, reduciendo con ello las posibilidades de producir en sistemas abiertos en los que no hay un adecuado control del medio ambiente. En otras palabras, las granjas

de peces ya existentes enfrentan la necesidad de encontrar sistemas de purificación de sus aguas residuales. Esto acelera el desarrollo de sistemas de producción intensivos, con sistemas del ahorro del agua para la producción de peces, que no dependan de factores ambientales naturales, sobre todo en aquellas regiones donde el agua es más escasa (Hernández *et al.* 2009).

La flexibilidad tecnológica de esta actividad, permite lograr una eficiente factibilidad técnica y económica considerando deferentes niveles de intensidad de producción, sea este intensivo, semi-intensivo o extensivo. En la acuicultura intensiva se utilizan insumos de alta calidad en grandes cantidades permitiendo altos rendimientos de producción, lo contrario se realizan en la acuicultura extensiva la cual puede no necesariamente emplear fertilizantes y alimentos suplementarios de calidad inferior y en menor cantidad, conduciendo a menores rendimientos de producción, lo que permite una reducción significativa de los costos de producción.

La acuicultura se realiza predominantemente en ambientes dulceacuícolas, la contribución de la acuicultura marina, permanece modesta. Se realiza en tres tipos de ambientes acuáticos: agua dulce, salobre y marina, correspondiendo a cada una el 58.7 %, 6.3 % y 35 %. La acuicultura es entonces predominante mente dulceacuícola. En estos ambientes en los grupos cultivados se tienen a los peces, los cuales constituyen el grupo mayor en la producción acuícola; sin embargo, cuando se observan en todos los ambientes, se encuentra que esta tendencia cambia, se tiene como predominantes a los crustáceos en los ambientes salobres y a los moluscos y algas en los ambientes marinos (FAO, 2014).

La acuicultura en México ha sido desarrollada en forma muy variada, en la mayoría de las regiones del País, utilizando diversas prácticas y sistemas de producción, desde intensivo, semi-intensivo y extensivo. La producción acuícola se lleva a través de sistemas de cultivo que al igual que en las demás producciones, están determinados por la densidad de organismos por metro cuadrado o cúbico, tipo de alimentación (natural o artificial), flujo de agua, tecnología empleada, capital a invertir, especie acuática a producir, etc. (Hernández *et al.*, 2009).

Según el grado de tecnificación que se utiliza para la producción de moluscos, crustáceos y peces, se puede dividir en sistemas de producción **extensivos**, **semi-intensivo**, **intensivos** e incluso en producción de camarón tilapia y trucha existe el sistema **hiperintensivo**.

## SISTEMA EXTENSIVO

También se le denomina **acuicultura de repoblamiento** y se realiza principalmente para resiembra en embalses (presas, jagueyes, bordos o microreservorios, lagos y lagunas) o en estanques rústicos de tierra; corresponde a la práctica de crianza, preengorda y engorda de las especies a expensas de la productividad natural o en su caso de adiciones

de bajo nivel como fertilizantes para producir un incremento de la productividad natural (Figura 3).

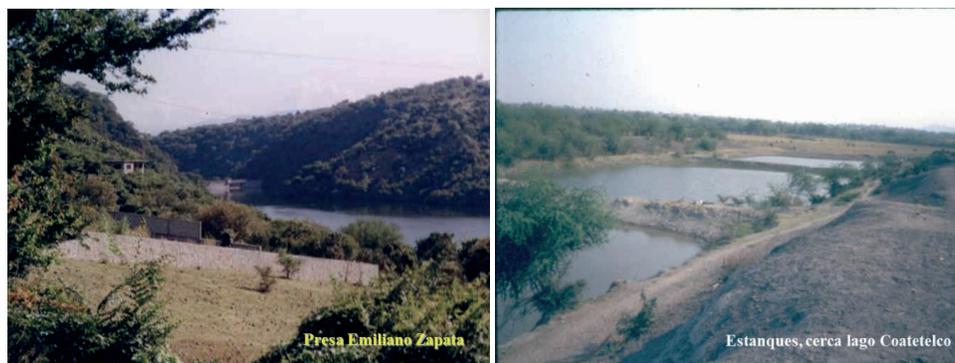


Figura 3. Presa Emiliano Zapata y estanques rústicos cerca del Lago Coatetelco, Mor. (Autoría)

Su manejo se centra únicamente en la siembra y cosecha de organismos, la alimentación está dada por la producción natural del agua que forma la cadena alimenticia (fitoplancton, zooplancton, crustáceos, moluscos, peces, insectos etc.), alimento que alcanza a mantener un número reducido de organismos, la densidad que se puede incrementar al aumentar el alimento natural fertilizando el agua, pero utiliza fertilizantes y alimentos suplementarios de calidad inferior y en menor cantidad, que aún que resulta en un menor rendimiento en la escala de producción, permite una reducción significativa de los costos de producción. Normalmente, sólo una parte del ciclo de vida es controlado, por ejemplo, los estanques explotados extensivamente a menudo dependen de las crías de vida silvestre para la reproducción y mantenimiento de las existencias (Fragoso y de Ocampo, 2004; Hernández *et al.* 2009; Cáceres, 2017).

El **cultivo extensivo** se caracteriza emplear densidades bajas de organismos (1 por cada uno o dos metros cuadrados) que repercuten en bajas producciones a bajos costos, debido a que las crías son en su mayoría donadas por los centros de producción piscícolas del gobierno, realizan un ciclo de producción al año, los recambios de agua muy baja dada de forma natural (lluvia, afluentes de ríos, etc.), supervivencia baja, amplia competencia entre especies, no se lleva a cabo la medición de los parámetros físico-químicos del agua y no se tiene tecnología alguna. Para las cosechas que pueden ser totales o parciales se utilizan redes de arrastre (Fragoso y de Ocampo, 2004).

En estas explotaciones se pueden cultivar una, dos o más especies acuáticas por ejemplo diferentes carpas, peces con crustáceos (tilapia, langosta), o se puede cultivar animales acuáticos con terrestre como es el caso de peces con patos, vacas o cerdos o peces y vegetales como hortalizas. El rendimiento en la acuicultura extensiva es de aproximadamente 100 kg/ha/año, aunque normalmente de 1 a 2 ton/ha/año (500 Kg/Ha sin fertilizar y de 1000 a 1500 Kg con embalses fertilizados) (Fragoso y de Ocampo, 2004;

## SISTEMA SEMI-INTENSIVO

Este tipo de cultivo se le llega a denominar **acuicultura de subsistencia o rural** y se lleva a cabo en estanques rústicos de tierra o de tierra con paredes de cemento, su tamaño es mediano (de 250 m<sup>2</sup> a una ha), en donde la densidad de organismos puede llegar a ser de 1 a 10 peces/m<sup>3</sup>, estos organismos se alimentan parcialmente del alimento natural del agua complementándose con alimento balanceado, diciéndose teóricamente que el 50 % de sus necesidades nutricionales son cubiertas con alimento natural y el 50 % restante del alimento balanceado (Figura 4).



Figura 4. Estanque de tierra con revestimiento de membrana (Tomada de Saavedra, 2006)

En los sistemas semi-intensivos, se ha realizado una modificación significativa sobre el ambiente, se tiene control completo sobre el agua, las especies cultivadas y las especies que se cosechan. Se utilizan fertilizantes para lograr una máxima producción; también puede usarse un alimento suplementario no completo, para complementar la productividad natural sin necesidad de utilizar aireación mecánica.

El flujo de agua en los estanques es necesario, y se deben realizar recambios de al menos 5% por día. Un concepto errado y generalizado acerca del crecimiento de peces en estanques, es que éstos requieren de un flujo continuo de agua. En un estanque el agua debe ser agregada solamente cuando se necesite corregir los problemas de baja calidad del agua o para reemplazar las pérdidas por evaporación y filtración. Un flujo de agua continuo en el estanque remueve los nutrientes añadidos por medio de la fertilización e inhibe el crecimiento de plancton. Es necesario realizar medición de algunos parámetros en el agua como la concentración de oxígeno disuelto, temperatura, color y transparencia (visibilidad al disco de Secchi), con el fin de determinar la calidad de agua en el cultivo para un mejor crecimiento de los peces. Se espera crecimientos medios homogéneos de

mono o policultivo, pudiendo obtener hasta 2 cosechas anuales. Este tipo de sistema se caracteriza por tener un costo de producción que si bien no es elevado, si incide en el costo de producción final y éstos se deben al alimento y mano de obra principalmente (Fragoso y de Ocampo, 2004; Saavedra, 2006).

El manejo que se realiza es: después de una cosecha se debe secar el estanque para ser desinfectado por medio de cal viva (CaO) si es drenado completamente, también el secado es importante para airear el fondo, favorecer la descomposición de la materia orgánica y neutralizar el pH, después se debe llenar a tercio nuevamente y fertilizar con fertilizantes (inorgánicos) como son: calcio nitrogenado, nitrato de amonio, Nitrato de sodio, Superfosfato triple, entre otros o con abonos (orgánicos) que pueden ser estiércoles (Arredondo, 1993; Ramírez, 1997).

El color del agua es un buen indicador de la productividad del estanque. Las aguas claras, por lo general, no contienen abundantes organismos naturales que sirvan de alimento a los peces, mientras que la abundancia y presencia de diferentes especies de fitoplancton y otros organismos naturales producen el color verde. Por lo tanto, al encalar y fertilizar el estanque se incrementa la abundancia de estos organismos. Obtenido este color en el agua después de quince días, se llena el estanque al nivel de profundidad deseada. Todos los días se alimentan los organismos, se revisan los parámetros de oxígeno y temperatura, cada mes se toman muestras proporcionales de peces, se pesan, se miden, se revisan que no estén enfermos y se ajusta la cantidad de alimento a ofrecer, cada semana se toman parámetros de transparencia y color para saber la cantidad de fertilizante que se tiene que verter (Fragoso y de Ocampo, 2004; Saavedra, 2006).

Se basa en la siembra de densidades más altas, de 3000 a 6000 alevines/ha en dependencia de las características de cada especie y sitio en cuestión. El cultivo semi-intensivo permite obtener rendimientos superiores a 2 Ton/ha/año en microreservorios, presas y estanques

## **SISTEMA INTENSIVO**

Tiene como objetivo desarrollar una alta productividad y eficiencia económica, con especies de alto valor mercantil para la venta en frontera y para la exportación y evaluar la alternativa de cultivos en estanques, jaulas flotantes y raceways (canales de corriente rápida, figura 5). Se utilizan altas densidades, fuerte circulación de agua, alimento artificial de calidad y equipos de aireación cuando las condiciones del cultivo lo requieren.

El flujo de agua es alto llegando a ser de hasta 3 recambios totales, con agua de muy buena calidad en cuanto a sus características físico y químicas, en estanques de volumen estable se encuentran en su mayoría aireadores que pueden ser prendidos todo el días o solo por las noches, el alimento es 100 % balanceado, ya que el alimento natural por el flujo de agua o por la densidad de organismos no se forma o se forma en poca cantidad.



Figura 5. Sistema intensivo de cultivo de trucha en raceways (Tomada de Fragoso y de Ocampo, 2004)

Las explotaciones intensivas pueden ser de ciclo completo (todas las etapas de la producción: reproducción, incubación, cría, pre-engorda y engorda) o incompletas (solo engorda o reproducción), pero siempre de monocultivo (Fragoso y de Ocampo, 2004; Saavedra, 2006; Hernández *et al.*, 2009).

Para evitar los problemas de sanidad por la densidad y desechos orgánicos, se deben revisar las concentraciones de oxígeno disuelto y la temperatura, todos los días se toman los parámetros de amonio, nitratos y nitritos, ya que una concentración elevada puede causar la muerte por intoxicación de todos los organismos del estanque, cada semana se toma una muestra de los peces para obtener su biometría (pesar y medir) y se verifica que estén sanos; al finalizar cada ciclo de producción los estanques son secados y desinfectados antes de iniciar otro ciclo de cultivo (Ramírez, 1997).

En este sistema se pueden utilizar estanques de tierra, de concreto o jaulas flotantes.

- Estanques

Las densidades oscilan entre 100,000 a 300,000 peces/Ha, se utiliza un alimento complementario de buena calidad, de 25 a 30% de proteína. El alimento se suministra a razón de 2-4% de la biomasa/día y generalmente la tasa máxima de alimentación no debe exceder los 80 a 120 Kg/Ha/día.

Hay disponible aireación mecánica de emergencia que se inicia cuando la concentración de oxígeno disuelto baja hasta el 10% de saturación. La producción total varía de 5,000 a 12,000 Kg/Ha.

- Jaulas

Las jaulas pueden ser de bajo volumen, o sea menos de 5 metros cúbicos o de volumen alto, mayor de 5 metros cúbicos; se pueden sembrar por ejemplo hasta 600 tilapias/m<sup>3</sup> en las jaulas de volumen bajo y de 50-100 tilapias/m<sup>3</sup> en las jaulas de volumen

alto. Las producciones esperadas oscilan entre 50-300 Kg/m<sup>3</sup>; aquellas de volumen bajo son más productivas debido a que hay mayor recambio de agua dentro de las jaulas, lo cual mantiene la calidad de la misma (Saavedra, 2006; Hernández *et al.*, 2009).

## SISTEMA HIPERINTENSIVO

En este sistema las densidades son superiores; en estanques deben hacerse recambios diarios de agua, de hasta un 100% por hora; también se utilizan aireadores mecánicos. Los estanques son generalmente de concreto y de tipo “race-ways” para que pueda darse un mejor intercambio de agua y una mayor oxigenación. También puede darse en jaulas, en las que se superan las densidades de 600 tilapias/m<sup>3</sup>. En ambos casos el pez depende exclusivamente del alimento artificial por lo que, éste debe contener un alto porcentaje de proteína (30-40%) (Saavedra, 2006).

Éste tipo de sistema también se realiza con camarones (Figura 6) y tilapias experimentalmente por el costo de producción tan alto, cuentan con estanques que no miden más de un cuarto de hectárea, de forma circular de cemento al aire libre protegidos con mallas para que las aves no depreden los organismos, o rectangulares bajo sistema de invernadero, de esa manera se puede controlar todos los parámetros del agua entre ellos la temperatura que está muy influenciada por la temperatura atmosférica, también se tiene mucho cuidado con el oxígeno, amonio, nitratos y nitritos. Para evitar enfermedades virales, bacterianas y parasitarias, el agua de mar para el cultivo de camarón es filtrada utilizándose rayos ultravioleta. La densidad de cargo es alta (mayor a 40 camarones/m<sup>2</sup>) y se obtiene de 3 a 4 cosechas al año, el alimento que consumen los camarones es balanceado de excelente calidad especial para cada fase de vida, la supervivencia es alta y por supuesto se realiza solamente monocultivo pudiendo ser de ciclo completo o solo engorda, el flujo de agua es continuo reciclándose muchas veces para su mayor aprovechamiento.



Figura 6. Estanques para cultivo hiperintensivo de camarón (Tomada de Fragoso y de Ocampo, 2004)

De esta manera las explotaciones hiperintensivas se caracterizan por tener altos costos de producción en los que están incidiendo el alimento, el valor de los organismos que se siembran, lo costoso de las instalaciones, la mano de obra pero principalmente el

gasto de energía para las bombas de agua (Fragoso y de Ocampo, 2004).

En estos dos sistemas de producción (intensivo e hiperintensivo), la conservación y reúso del agua por otra parte, ha llegado a ser en los últimos años, uno de los temas de mayor relevancia dentro de la acuicultura. Una de las estrategias de manejo para incrementar su eficiencia, es el empleo de sistemas de recirculación de agua. Dichos sistemas no solo son importantes debido a su eficiencia en la utilización del agua, sino además, debido a que existe un mayor control del medio ambiente haciendo posible manipular la temperatura, el oxígeno disuelto, el fotoperiodo y la claridad del agua.

La reducción de los flujos de agua (intercambio y drenaje), en unidades de cultivo de productos acuáticos, tiene particular importancia en proyectos de pequeña y mediana escala, más aún en zonas en donde el agua es escasa. Aunado a ello, las unidades productivas, pueden ser establecidas cerca del mercado, lo que las hace más atractivas (Hernández *et al.*, 2009).

Se ha propuesto que se adapten sistemas de recirculación el cual es esencialmente, un sistema cerrado que implica tanques para peces, filtros y sistemas de tratamiento de agua. Los peces son colocados en tanques en los que el agua es recambiada continuamente para garantizar las condiciones de óptimo crecimiento. El agua que es bombeada dentro de los tanques, pasa a través de sistemas de filtración biológica y mecánica antes de ser retornada a los tanques. El futuro de la producción de peces, requiere el uso de agua tan económico como sea posible, rehusándola y eliminando a su vez, residuos que puedan afectar el crecimiento y desarrollo de los peces (Hernández *et al.*, 2009).

## ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN

La práctica de la acuicultura brinda empleo a las comunidades rurales, ya sea a través del auto-empleo familiar para el manejo de estaqués piscícolas, o bien, a través del empleo remunerado en explotaciones piscícolas comerciales. La piscicultura familiar genera también oportunidades de ocupación a mujeres, jóvenes e incluso personas de la tercera edad. En grandes emprendimientos permite utilización de mano de obra variada y calificada favoreciendo ocupacionalmente a diferentes estratos sociales. Por otro lado, la agricultura y la ganadería en el país generan gran variedad de productos y subproductos que son potenciales **insumos** con contenidos de nutrientes requeridos para la producción piscícola ya sea como ingredientes para la formulación de alimentos, o como fertilizantes orgánicos.

Uno de los principales problemas que hay que resolver para que la acuicultura sea una actividad económicamente rentable es el de la nutrición—alimentación. Es bien sabido que la nutrición es uno de los aspectos que inciden principalmente en los costos de producción. Por otro lado, los organismos mal alimentados además de que no tienen un crecimiento adecuado, son altamente susceptibles a enfermedades (Chávez 1993;

Hernández *et al*, 2009).

Para la alimentación de los peces es importante conocer los hábitos alimenticios y los requerimientos nutricionales de cada fase de producción de la especie explotada. De igual forma es importante conocer la calidad nutricional de los insumos a emplear, de tal forma que la ración suministrada pueda cubrir los requerimientos nutricionales específicos básicos. Por varios siglos, los piscicultores han incrementado la producción de peces en estanques utilizando fertilizantes.

El objetivo de fertilizar un sistema acuático de cría de peces o cualquier organismo con excretas o aguas residuales, es producir alimentos naturales para los ellos (figura 7). Los nutrientes inorgánicos, liberados por la degradación bacteriana de los sólidos orgánicos en las excretas, son utilizados por el fitoplancton. El zooplancton se alimenta del fitoplancton y de las pequeñas partículas de detritus revestidas con bacterias. El plancton particularmente el fitoplancton, es la mayor fuente de alimento natural para los peces en estos estanques por lo que, para optimizar la producción, la mayoría de los peces deben ser filtradores para explotar el crecimiento de estos alimentos (Domínguez, 1997).

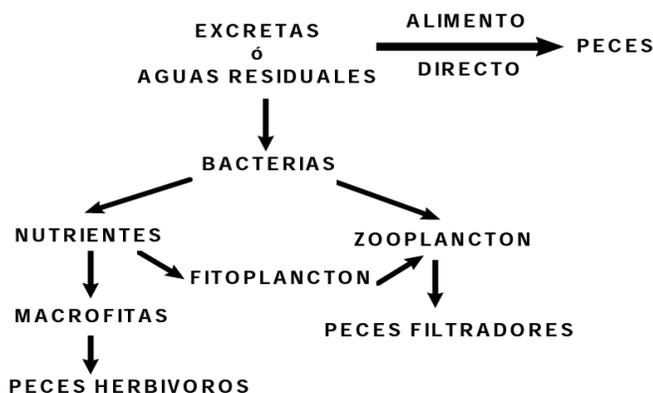


Figura 7. Esquema de la cadena alimentaria en estanques fertilizados (Tomada de Domínguez, 1997)

Los fertilizantes incorporados al estanque pueden ser orgánicos e inorgánicos. Los fertilizantes orgánicos son los más utilizados en piscicultura por la abundancia en las fincas rurales (estiércol) y pueden ser de bovinos, aves, cerdos, entre otros (Tabla 1). Estos compuestos orgánicos están compuestos de desechos animales o vegetales como son las excretas de animales de granja (gallinaza, borregaza, cerdaza, vacaza, etc.), esquilmos o desechos agrícolas, macrófitas acuáticas. El fertilizante orgánico a su vez puede ser aplicado de manera directa en forma fresca o seca, o bien fermentado como bioabono líquido o en forma de composta (Arredondo, 1993; Domínguez, 1997; Balbuena, 2011, Morales, 2016).

Los residuales líquidos y sólidos que se generan en la producción animal contienen una gran cantidad de nutrientes orgánicos e inorgánicos, fundamentalmente nitrógeno y fósforo, que pueden aprovecharse en diversas formas. El uso directo como fuente proteica en la alimentación de diferentes especies de animales o en la fertilización de cultivos y estanques de peces son las alternativas más utilizadas. Estos residuales tienen la ventaja de encontrarse disponibles todo el año y su recolección y manejo son relativamente fáciles (Domínguez, 1997).

Abono	Origen	Dosis diarias (g/m <sup>3</sup> )
Orgánico	Estiércol de bovino	9.5 a 20
	Estiércol de ave	4.5 a 8.5
	Estiércol de cerdo	4.5 a 15

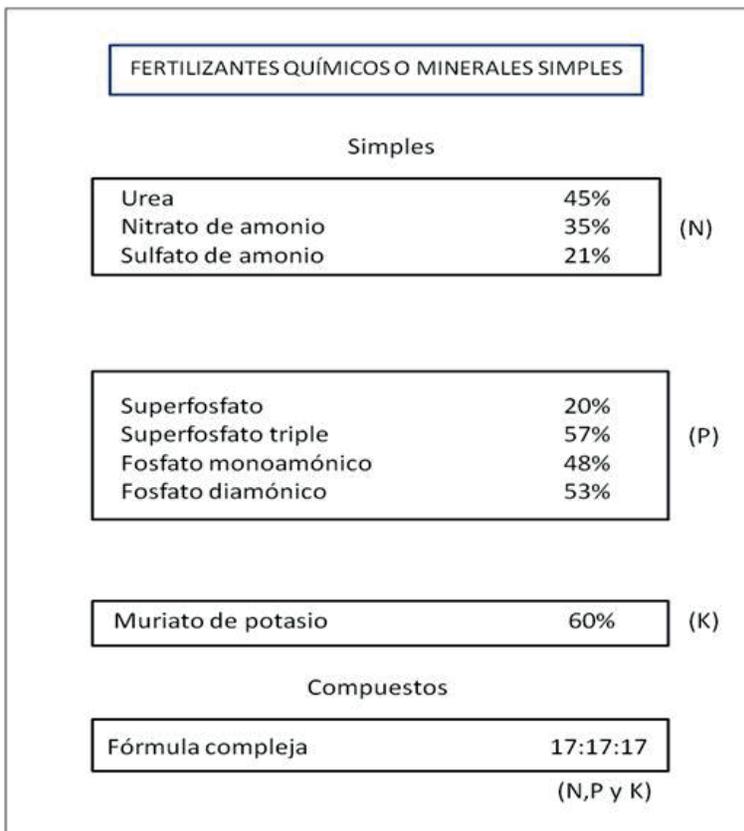
Tabla 1. Principales fertilizantes orgánicos utilizados para el cultivo de peces químicos (Tomado de Arredondo, 1993)

El abono utilizado para los estanques es insuficiente cuando la densidad de siembra es mayor a 2 peces/m<sup>2</sup>, por lo que se hace necesario suministrar alimento artificial o balanceado. Las especies explotadas en nuestro medio como la tilapia aceptan muy bien los alimentos naturales que se producen en los estanques (fitoplancton, zooplancton), por lo que se recomienda el abonado de los recintos acuáticos para la producción de dichos nutrientes. El fitoplancton está integrado por vegetales microscópicos capaces alimentarse a partir de sustancias inorgánicas (son autótrofas) por medio de la utilización de nutrientes aportados por el abono químico (Tabla 2) incorporado en el estanque y la utilización de la radiación solar (fotosíntesis) (Arredondo, 1993).

Los alimentos balanceados en piscicultura están preparados de acuerdo a los requerimientos nutricionales de la especie cultivada y pueden ser suplementarios o completos. Los primeros se suministran para complementar el consumo del alimento natural, mientras que, el segundo cubre totalmente los requerimientos nutricionales y el pez puede depender totalmente de dicha ración (Balbuena, 2011).

Los requerimientos de los peces dependen de su etapa de crecimiento; así, en la etapa inicial de desarrollo (alevín, cría), es la más demandante de energía y proteína, decreciendo en la etapa de pre-engorda y aún más en la de engorda. Sin duda el ofrecimiento de alimentos de calidad en la primera etapa de crecimiento de los peces, generará cosechas con mejores rendimientos (Hernández *et al.*, 2009).

Tabla 1. Principales fertilizantes químicos utilizados para el cultivo de peces (Tomado de Arredondo, 1993)



Uno de los aspectos más importantes en la biología de la conservación de los peces en ambientes controlados, son las técnicas de cultivo de las formas larvales (Sarma y Nandini, 2017). Hoy en día se incorporan a la acuicultura una mayor variedad de organismos considerados como alimento vivo, dentro de los cuales se considera al zooplancton, con la finalidad de aumentar la supervivencia de las crías de peces, y entre las especies más utilizadas se encuentran: *Artemia franciscana*, *Daphnia pulex*, *Eisenia foetida*, *Spirulina spp.*, *Moina macrocopa*, *Brachionus plicatilis* y *Tubifex tubifex*, debido a su alto valor nutritivo, alta disponibilidad y abundancia, tamaño aceptable, cuerpo blando, altas densidades de cultivo, ciclo de vida corto y movilidad (Erdogan y Olmez, 2009).

Las larvas de peces marinos son generalmente muy pequeñas al momento de la eclosión y dependen de los nutrientes endógenos del saco vitelino por un corto período de tiempo. Después de que el saco vitelino se ha agotado, una fuente exógena de alimentación es típicamente ofrecida en la forma de zooplancton, el cual puede variar dependiendo del sistema de cultivo larvario empleado. La talla del zooplancton es generalmente ajustada al crecimiento de la larva, y al mismo tiempo durante la crianza larvaria se puede proveer de dietas microparticuladas. Sin embargo, las dietas comerciales disponibles para larvas

generalmente no han sido capaces de reemplazar el alimento vivo para la mayoría de las larvas de peces marinos que son cultivados intensivamente (Gatlin, 2000).

Los requerimientos del pez también varían con relación al sistema de producción utilizado (extensivo, semi-intensivo e intensivo). Por lo tanto, el éxito de la actividad piscícola depende de la calidad y cantidad del alimento. A continuación, se presentan los requerimientos proteicos de algunas especies de peces (Tabla 2 y 3), necesarias en sus diferentes etapas de crecimiento (Balbuena, 2011):

Especie	Nombre científico	Requerimiento Prot (%)
Carpa Camún	<i>Cyprinus carpio</i>	31-38
Bagre	<i>Ictalurus punctatus</i>	32-36
Tilapia del Nilo	<i>Oreochromis niloticus</i>	30-40
Clarias	<i>Clarias gariepinus</i>	35-40

Tabla 2. Requerimiento de proteínas para algunas especies bajo cultivo

Estadío	Requerimiento Prot. (%)
Alevín hasta 0,5 g.	30-56 (40-45)
Cría de 0,5 a 10 g.	30-40 (30-35)
Juvenil de 10 a 50 g.	25-30
50 g a talla comercial.	25-30

Tabla 3. Requerimientos proteicos para las diferentes etapas de crecimiento en peces

Los costos de alimentación generalmente constituyen el principal costo variable en la producción intensiva de peces, por lo tanto, la formulación de alimentos eficientes y de bajo costo puede influir significativamente en la rentabilidad de la producción de peces. La precisión en la formulación de las dietas puede ser mejorada si se conoce información acerca de la digestibilidad o disponibilidad de los nutrientes provenientes de los ingredientes (Gatlin, 2000).

Los peces como los otros animales requieren en el ambiente en que viven condiciones favorables para el desarrollo de su potencial biológico, para el efecto el manejo hidráulico es uno de los factores preponderantes para facilitar los trabajos rutinarios. Por lo anterior, se recomienda realizar muestreos periódicos (cada mes) para evaluar el crecimiento y en función del peso promedio, ajustar las raciones suministradas, como así también observar las condiciones generales del pez. Además, se recomienda que por cada ciclo de producción se vacíe y desinfecte el estanque, con el fin de eliminar microorganismos patógenos, evitando enfermedades (Hernández *et al.*, 2009).

El crecimiento adecuado de los peces, está muy relacionado con mantener los

parámetros de calidad de agua en intervalos adecuados para la especie a producir, en este sentido, los factores físicos y químicos más importantes que se deben considerar para la producción de peces en cautiverio son los siguientes: Temperatura, oxígeno disuelto, pH, transparencia, conductividad, anhídrido carbónico, dureza, amonio, nitrito, nitrato, cloro, DBO, DQO y contenido de bacterias.

El agua, siendo el medio de vida necesario para que los peces se puedan cultivar, debe contar con la calidad adecuada de acuerdo a la especie-objetivo; de otra forma el crecimiento será sub-óptimo e incluso podría presentarse mortalidad en los cultivos. En la naturaleza cada especie de pez tiene sus exigencias ambientales, pero se dispone de correspondencias generales aplicables a la mayoría de las variedades destinadas a la acuicultura. Las variables se conocen como parámetros indicadores de calidad de agua, y son de orden físico y químico.

En cuanto a la calidad del agua, los indicadores deben estar dentro de los niveles apropiados para los peces, para garantizar la respuesta biológica de las especies de peces que se desea producir (Proain, 2020).

Los niveles de los parámetros para un adecuado crecimiento de los peces, se sugiere deben de estar de la siguiente manera: oxígeno disuelto entre 2.5 y 4 mg/l, pH entre 7.0 y 8.5, DQO menor de 30 mg/l, amoniaco menor de 0.1mg N-NH<sub>3</sub>/l, transparencia del agua de 25 a 35 cm, cantidad de fitoplancton mayor de 200 células/ml y cantidad de zooplancton de 400 a 500 organismos/l (Domínguez, 1997).

El agua de los estanques piscícolas no tan solo puede ser utilizada para el cultivo de peces. En el sur de Asia, los estanques son usados para el riego de hortalizas y frutales en la huerta doméstica, además de ser utilizados en la evacuación de las aguas servidas domésticas. Como fuente de agua para la irrigación, el agua de los estanques acuícolas es a menudo más rica en nutrientes que el agua de pozo, conteniendo en particular nitrógeno fijado por las algas verdeazuladas; fundamental para el mejoramiento de la fertilidad del suelo. Después de la cosecha de peces, el lodo del estanque, rico en nutrientes, puede ser utilizado como fertilizante para mejorar las cosechas, o el estanque en sí mismo puede ser cultivado con forrajes u otros cultivos. En áreas donde hay escasez estacional de agua, un estanque puede ser vital para asegurar la producción agrícola a lo largo del año, permitir abreviar el ganado, satisfacer el consumo doméstico de agua y garantizar la protección contra incendios (Matthias y Martínez-Espinosa, 2000).

La expansión de la acuicultura en el futuro dependerá principalmente del suplemento de alimentos y sistemas de alimentación adecuados. En este sentido, México y los países que no tengan harina de pescado en suficiente cantidad para abastecer la demanda actual y futura, deberán iniciar sí no lo han hecho, estudios para identificar fuentes alternas de proteína que sustituyan a la harina de pescado o bien optimizar sus sistemas de cultivo en relación a la producción natural de alimentos a través de la fertilización, y utilizar alimentos suplementarios con menos proteínas, menos vitaminas, minerales y aditivos. Toda esta

información indica que la tendencia en México deberá ser la de aprovechar al máximo el ecosistema de los estanques y para ello se requieren estudios para conocer la dinámica de estos cuerpos de agua y su contribución real en la alimentación de los organismos que se cultivan (Chávez, 1993, Hernández *et al.*, 2009).

La cría en estanques, debido a la eficiencia intrínseca de su producción, tiene varias ventajas con respecto a la producción agrícola y ganadera. Los animales acuáticos son de sangre fría, lo cual hace que puedan utilizar más energía para crecer que para mantener la temperatura de su propio organismo. Además, son capaces de utilizar tanto los alimentos naturales como los industriales. El carácter tridimensional de un estanque ofrece diversos nichos ecológicos, los cuales permiten el desarrollo de numerosos y diversos organismos. En China, un estanque bien manejado permite el cultivo de más de ocho especies de peces debido a que los mismos ocupan distintas partes del estanque y explotan diferentes nichos nutrimentales. Es primordial mencionar que, como toda actividad productiva, la acuicultura tiene riesgos y amenazas, pero también oportunidades, las cuales que deben ser consideradas y más aún al incursionar en esta actividad sin contar con una experiencia profunda del ramo (Hernández *et al.*, 2009).

SustainAqua en el 2009, menciona que es esencial continuar la búsqueda de los medios para hacer las prácticas de producción acuícola más sostenibles, eficientes y rentables mejorando, por ejemplo, las capacidades humanas, el uso de los recursos y la gestión ambiental. Para lograr una acuicultura más sostenible, en primer lugar se tendrá que seguir investigando soluciones concretas así como herramientas técnicas (metodológicas), con la finalidad de ofrecer diversas actividades de capacitación para informar a los acuicultores sobre los resultados. Sin embargo, es esencial que las diversas iniciativas en el ámbito nacional y mundial también desarrollen y actualicen permanentemente los códigos de conducta, indicadores de sostenibilidad y sistemas de certificación. De este modo se podrá alcanzar un entendimiento común y aceptado entre todas las partes interesadas sobre la sostenibilidad acuícola y cómo lograrla en la práctica.

Las perspectivas de la FAO sobre la pesca y la acuicultura en 2030 apuntan a un incremento de la producción, el consumo y el comercio, aunque a ritmos de crecimiento más lentos. Se espera que la producción total de animales acuáticos alcance los 202 millones de toneladas en 2030, gracias principalmente a un crecimiento sostenido de la acuicultura, que se prevé que se sitúe en 100 millones de toneladas por primera vez en 2027 y 106 millones de toneladas en 2030. Se prevé que la pesca de captura mundial se recupere, registrando un incremento del 6 % en comparación con 2020 hasta alcanzar los 96 millones de toneladas en 2030, como resultado de la mejora de la ordenación de los recursos, la reducción de los descartes, el desperdicio y las pérdidas (FAO, 2022).

## REFERENCIAS

- Arredondo, F.J.L. (1993). Fertilización y Fertilizantes: su uso y manejo en la acuicultura. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa. 202 p.
- Avilés, Q.S. y M.H. Vásquez. (2006). Fortalezas y debilidades de la acuicultura en México. Pp. 69-86. En: Guzmán, A.P. y D.C. Fuentes. Pesca, acuicultura e investigación en México, México, Cámara de Diputados, Comisión de Pesca, CEDRSSA.
- Aguayo, E.J. y R. Trápaga. (1996). Geodinámica de México y minerales del mar. Fondo de Cultura Económica, México.
- Balbuena, R.E.D. (2011). Manual para extensionistas en acuicultura. Ministerio de Agricultura y Ganadería, FAO Paraguay. 52 p.
- Cáceres, C. (2017). Acuicultura. <http://www.uabcs.mx/maestros/ccaceres/acuicultura/Intro.htm>
- Chavacán, A.M.L. y L.A.F. Castro. (2013). Manual de la Asignatura Práctica de Medicina y Zootecnia Acuícola. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, 67 p.
- CONAPESCA (2021). Anuario Estadístico de Pesca 2021. Dirección de General de Planeación, Programación y Evaluación. SAGARPA, CONAPESCA, México. 292 p.
- CONEVAL (2019). La pobreza urbana en México: un enfoque geoespacial. [https://www.coneval.org.mx/Medicion/Documents/Pobreza\\_urbana/Presentacion/Pobreza\\_AGEB\\_urbana.pdf](https://www.coneval.org.mx/Medicion/Documents/Pobreza_urbana/Presentacion/Pobreza_AGEB_urbana.pdf). Revisado el 15 de diciembre 2020.
- Domínguez, P.L. (1997). Sistemas Integrados. En: Arredondo, F.J.L., P.L. Domínguez y G.D.C. Grande. (Compiladores). Sistemas Integrales de Acuicultura para el Desarrollo Sustentable. Pp. 15-24
- DOF (1994). NORMA Oficial Mexicana NOM-011-PESC-1993, para regular la aplicación de cuarentenas, a efecto de prevenir la introducción y dispersión de enfermedades certificables y notificables, en la importación de organismos acuáticos vivos en cualesquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuicultura y ornato en los Estados Unidos Mexicanos. SEGOB. DOF. Publicada el 16/08/1994.
- Escárcega, R. S. (2005). El robalo. Avances biotecnológicos para su crianza. AGT Editor, S.A.
- Erdogan, F. y Olmez, M. (2009). Effects of enzyme supplementation in diets on growth and feed utilization in angel fish, *Pterophyllum scalare*. Journal of Animal and Veterinary Advances, 8(8): 1660-1665
- Escárcega, R.S. (2020). ¿Cultivo de peces marinos? Hablemos de larvicultura en estanques. *Revista Digital Universitaria*, 21(2), 1-10.
- FAO, (2014). El estado mundial de la pesca y la acuicultura, Oportunidades y desafíos. Roma. 253 p.
- FAO. (2022). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul. Roma, FAO. 257 p.

Fragoso, C.M y A.A. de Ocampo. (2004). Zootecnia Acuícola. Unidad 9. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, 29 p. Consultado el 6 de septiembre 2020. [https://fmvz.unam.mx/fmvz/p\\_estudios/apuntes\\_zoo/unidad\\_9\\_zootecniaacuicola.pdf](https://fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_zoo/unidad_9_zootecniaacuicola.pdf).

Gatlin, III M. D. (2000). Nutrición de reproductores y juveniles de peces marinos. Pp 73-82 En: Civera-Cerecedo, R., PérezEstrada, C.J., Ricque-Marie, D. y Cruz-Suárez, L.E. (Eds.) Avances en Nutrición Acuícola IV. Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Noviembre 15-18, 1998. La Paz, B.C.S., México.

Hernández, B.C.A., G.G. Aguirre y D.G.C. López. (2009). Sistemas de producción de acuicultura con recirculación de agua para la región norte, noreste y noroeste de México. Revista Mexicana de Agronegocios, 25. 117-130.

INEGI (2003). Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos. Edición 2002. No. 61.

De la Lanza, E.G. (2004). Gran escenario de la zona costera y oceánica de México. Ciencias 76, 4-13.

Llorente-Bousquets, J. y S. Ocegueda. (2008). Estado del conocimiento de la biota. En: Capital natural de México. Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp. 283-322.

Matthias H.M. y M. Martínez-Espinosa. (2000). Los pequeños estanques. Grandes integradores de la producción agropecuaria y la cría de peces. Servicio de Gestión Agraria y Economía de la Producción. Servicio de Recursos de Aguas Continentales y Acuicultura. FAO, Roma, Italia. 30 p.

Morales, D.I. (2016). Evaluación de fertilizantes químicos y orgánicos en frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de Licenciada en Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 52 p.

Proain (2020). Producción de peces (piscicultura) en México. Proain Tecnología Agrícola. Documento revisado en: <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/produccion-de-peces-piscicultura-en-mexico>.

Sarma, S.S.S. y S. Nandini. (2017). Rotíferos Mexicanos. Manual de enseñanza. FES Iztacala, UNAM. 148 p.

SustainAqua (2009). –Integrated approach for a sustainable and healthy freshwater aquaculture”. SustainAqua handbook – A handbook for sustainable aquaculture. Madrid, España. 122 p.

Ramirez, P.I.M. (1997) Bases científicas del uso de fertilizantes en acuicultura y aspectos fundamentales sobre calidad del agua. En: Arredondo, F.J.L., P.L. Domínguez y G.D.C. Grande. (Compiladores). Sistemas Integrales de Acuicultura para el Desarrollo Sustentable.75-86.

Saavedra, M.M.A. (2006). Manejo del cultivo de tilapia. CIDEA, Nicaragua. 22 p.

# USE OF SENTINEL-2 IMAGES IN COASTAL WATERS TO EVALUATE THE CONCENTRATION OF CHL-A AND CORRELATION IN THE OCCURRENCE OF THE SPECIES EMERITA BRASILIENSIS

Data de aceite: 01/08/2023

**Alberto Martins Barros**

Federal Fluminense University, Brazil

**ABSTRACT:** This work corresponds to an analysis of the scientific production on the species *Emerita brasiliensis* Schmitt, 1935 through biological indicators. *Emerita brasiliensis* is a decapod crustacean that belongs to the Hippidae family and is popularly known as armadillos. This species inhabits the intertidal benthic zone of beaches and, although it is abundantly distributed along the Brazilian coast, it has been suffering from anthropic impacts on its habitat. The object was chosen because of the need to understand the level of knowledge about the characteristics of this organism, which indicate it as a potential bioindicator, besides having great ecological importance in sandy beaches with considerable relevance in marine food chains. Thus, the objective of this work is to propose an analysis of the correlation of individuals of this species with the levels of chlorophyll-a in the water using remote sensing as a technique for data collection.

**KEYWORDS:** Remote Sensing; *Emerita brasiliensis*; Coastal Ecology; Chlorophyll-a.

## INTRODUCTION

The sandy beaches are one of the most extensive landscapes in Brazil, being an environment that runs along the entire coast and among all the coastal environments present in the world, the beaches are the most frequented and occupied by man. As transitional ecosystems between the continents and the oceans, the beaches are of great ecological and economic importance, being the habitat of a dense benthic biodiversity.

Macrobenthos can be used by researchers as biological indicators of beach stability, helping coastal management and planning processes, and can be good bioindicators. Among these organisms, the *Emerita brasiliensis* stands out, which are organisms of the genus *Emerita* belonging to the decapod group. They are distributed throughout Brazil, being found also in long stretches of the coast of South America and North America. The use of this organism as a bioindicator allows for an integrated evaluation of ecological effects

caused by various means of pollution. Thus, its use as a biological indicator is as efficient as instantaneous measurements of physical and chemical parameters that are usually measured in the field and used to assess water quality (CALLISTO et al., 2003).

Thus, the present work aims to articulate remote sensing techniques and coastal ecology by analyzing the correlation between the occurrence of *Emerita brasiliensis* and the chlorophyll-a concentration, proposing an environmental diagnosis of the studied areas aiming at a methodological evolution in studies about the benthic macrofauna since the available knowledge about the coastal biodiversity is still limited. The consequent lack of scientific dissemination and lack of faunal information surveys not only hinders the research of environmental scientists but also causes distancing between beach goers and the species that live there (AMARAL et al., 2002).

## MATERIALS AND METHODS

The work consists of initially carrying out a bibliometric research on the theme. The Scopus database was used for the queries because of its relevance in terms of academic papers published. The keyword used was “*Emerita brasiliensis*”. The VosViewer software was used to process the bibliometric data, generating visualization maps by similarity.

The study areas of the present work are concentrated in Grumari Beach and Sernambetiba Channel (Macumba Beach), located in the West Zone of the municipality of Rio de Janeiro.

Subsequently, Sentinel 2 images were used - throughout the year, since the species analyzed presents wide occurrence in all months of the year - to raise chlorophyll-a levels in the water. The images were obtained from the official site of the Copernicus program, linked to the European Space Agency (ESA). For the atmospheric correction, the Semi-Automatic Classification Plugin from the QGIS 3.26.2 software was used.

In the ArcGIS 10.8 software the images were cropped according to the study areas and later the NDCI (Normalized Difference Chlorophyll Index) calculation was done in the raster calculator. From the results obtained in this step it was possible to obtain the levels of chl-a in the water using Sentinel 2 images.

Subsequently, a field survey of water quality levels will be conducted in order to estimate chlorophyll-a levels in the study areas, in order to compare and validate the results obtained by satellite images. In the process will be colorimetric kits that assign instantaneous values for water quality levels.

Finally, *Emerita brasiliensis* individuals will be collected and counted to estimate the correlation between their occurrence and the chl-a gradient and, consequently, their interaction with the different trophic levels.

## RESULTS AND DISCUSSION

Through bibliometric research it was possible to understand the development of research on the species *Emerita brasiliensis* over a 40-year period (1981 - 2021). Among the 40 articles available in the Scopus database, it is possible to see that the distribution of publications over the last 20 years (1981 - 2021) totaled an average of 2 publications per year, reaching its peak in the 2000s, with 17 publications. It is possible to see the need for the application of new methodologies in macrofauna studies. Traditionally, biology and ecology use methods that disregard the different gradients and microecosystems present on beaches. In the year 2010, Choi et al. (2011) conducted a research entitled "Crustacean habitat potential mapping in a tidal apartment using remote sensing and GIS". The work presented good results by articulating remote sensing and GIS techniques to model the physiographic characteristics that influence the abundance, frequency and distribution of crustaceans, generating maps of potential habitats.

Thus, the NDCI index used in the present study is broadly applicable to coastal waters, and can be used to detect algal blooms and qualitatively infer chl-a concentration ranges very similar to the application of NDVI in terrestrial vegetation studies. Based on absorption properties and spectral band structure, NDCI values in water bodies with moderate to high algal biomass are expected to vary in the range of -0.3 to near 1. In the case of algal blooms with surface scum in water bodies, NDCI values vary within a range of 0.5 to 1 (MISHRA, 2012). The surveys conducted in the study areas show results close to what Mishra (2012) suggests when he suggests using NDCI to estimate chl-a values.

Using the Sernambetiba Channel as an example, it is an environment with its surroundings highly urbanized. The use and coverage information (IPP, 2017) indicates part of the surrounding neighborhoods - especially Recreio dos Bandeirantes and Vargem Grande - with considerable areas classified as leisure areas, slums, and commercial and service areas. It was possible to notice the highlight for areas subject to flooding, woody grass cover, and tree and shrub cover.

It stands out for also being a eutrophicated environment. Its highest NDCI level reaches 0.58. For Mishra 158 (2012), this level points to the tendency of a severe algal bloom. In the field, Mishra (2012) indicates that such a level of NDCI represents a range in actual values of  $>50$  chl-a (mg m<sup>-3</sup>). The trophic state index (TSS)- with chlorophyll-a as a parameter-points these data as a supereutrophic or hypereutrophic environment.

In contrast, Grumari stands out as an environment with larger areas of shrub cover, rocky outcroppings, and small recreational and residential areas according to its use and cover classification (IPP, 2017). However, its NDCI presents classifications close to that of the Sernambetiba Canal. Its highest NDCI level reaches 0.53, also pointing in some points a tendency of severe algae blooms and being classified as an environment with supereutrophic or hypereutrophic areas.

We also made maps indicating the ratio of permanent private households with exclusive use of the residents' bathroom or toilet and sanitary sewer (V017) and permanent private households (V002) in the census sectors of the neighborhoods surrounding the Sernambetiba Canal - Recreio dos Bandeirantes and Vargem Grande. The best percentages presented are in the sectors near Macumba Beach, while the areas with the lowest percentages are in places with less urban infrastructure. Grumari presents a single census sector that is not in dialogue with the entire delimitation of the neighborhood due to its low occupation.

## CONSIDERATIONS

The present work is in progress and the analyses and surveys are still being carried out. However, the methodology used for remote sensing presents good results because the normalized difference chlorophyll index can be used successfully to monitor the presence of chl-a in coastal and inland estuarine waters (MISHRA, 2012). Thus, it is expected that at the end of the project it will be possible to present results that contribute to the methodological advancement in studies about coastal ecology.

## REFERENCES

- AMARAL, A. C. Z. et al. Diagnóstico sobre praias arenosas. In: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE.. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade das zonas costeira e marinha. Biodiversidade Brasileira: Avaliação e Identificação de Áreas Prioritárias para Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira. Série Biodiversidade. 2002.
- CALLISTO, M; GOULART, M.D. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. Revista FAPAM, 2003.
- MISHRA, Sachidananda; MISHRA, Deepak R. Normalized difference chlorophyll index: A novel model for remote estimation of chlorophyll-a concentration in turbid productive waters, Remote Sensing of Environment, Volume 117, 2012, Pages 394-406, ISSN 0034-4257.
- CHOI, Jong-Kuk; OH, Hyun-Joo; Koo, Bon Joo; RYU, Joo-Hyung; LEE, Saro, 2011. Crustacean habitat potential mapping in a tidal flat using remote sensing and GIS, Ecological Modelling, Elsevier, vol. 222(8), pages 1522-1533.
- EDGAR, Graham J. The use of the size structure of benthic macrofaunal communities to estimate faunal biomass and secondary production. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, Volume 137, Issue 3, 1990, p. 195-214, ISSN 0022-0981.
- IPP. Instituto Pereira Passos. Uso do Solo 2017. Dados vetoriais.
- MISHRA, Sachidananda; MISHRA, Deepak R. Normalized difference chlorophyll index: a novel model for remote estimation of chlorophyll-a concentration in turbid productive waters. Remote Sensing of Environment, [S.L.], v. 117, p. 394-406, fev. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2011.10.016>.

# TUTORIA DO CURSO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS: QUÍMICA GERAL E ANALÍTICA

*Data de aceite: 01/08/2023*

**Viviane Roberta de Jesus do  
Nascimento Froés**

**Mírian da Silva Costa Pereira**

dos alunos também deverá ser esperado de um programa de formação dos próprios professores. (Libâneo, 2004).

Conforme afirma Gadotti (2000), o processo ensino–aprendizagem impõe uma nova forma de saber-fazer. Pensando neste tema, o curso de Bacharelado em Ciências Agrárias concebe a função do ensino superior numa perspectiva de construção do conhecimento a partir do saber-fazer, associando teoria e prática como agente estimulante da investigação e reflexão crítica sobre os problemas da realidade.

Gasparin (2020) ressalta que o papel do professor é ser provocador, facilitador e orientador, assumindo a responsabilidade social com relação à construção do conhecimento científico dos alunos. É dever do professor estimular a capacidade cognitiva do aluno conforme os quatro pilares do conhecimento: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver e aprender a ser (DÉLORS, 2001).

Vários autores sugerem que para se

## INTRODUÇÃO

A educação é um processo de socialização de indivíduos onde os mesmos assimilam e adquirem conhecimentos. O método educacional é materializado por meio de diversos valores e conceitos, os quais causam mudanças intelectuais e sociais tanto nos discentes quanto nos docentes. A educação é indispensável para as intervenções políticas e sociais, fazendo com que o aluno, como cidadão, seja um agente transformador da sociedade.

Com relação ao processo de aprendizagem, Libâneo afirma que:

As mudanças nas formas de aprender afetam as formas de ensinar, em vista da subordinação das práticas de ensino à atividade de aprendizagem e às ações do aprender e do pensar. Sendo assim, o que se espera da aprendizagem

ter um aprendizado efetivo, deve-se substituir a metodologia de ensino baseada no método tradicional de ensino, estereotipado, por situações que estimulem o trabalho participativo, atividades de aprendizagem interativas e com trocas de experiências (FONTANIVE; KLEIN, 2010).

Nos últimos anos tem-se observado um aumento da preocupação com relação à diversificação das metodologias empregadas no ensino de química. A utilização de estratégias inovadoras tem sido observada tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior (SANTOS Jr. *et al.*, 2016; VALDERRAMA *et al.*, 2016).

O Curso de Ciências Agrárias do ICA, visando a execução do Projeto Pedagógico, viabiliza por meio do currículo, a articulação entre o ensino e a prática em ciências agrárias. O foco concentra-se no cenário local e regional, levando-se em conta as características do meio sociocultural onde esse processo se desenvolve. Nessa perspectiva, o significado de cada disciplina que compõe o Projeto Pedagógico não pode resultar de uma apreciação isolada de seu conteúdo, mas do modo como se articulam em seu conjunto. Segundo Augusto e colaboradores (2004), é preciso pensar a educação de forma interdisciplinar, superando a abordagem disciplinar tradicionalmente fragmentária. Desde a década de 70 os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) contribuem para propagar esta ideia e ressaltam a importância de, continuamente, ligar o conhecimento científico com a complexidade do mundo, superando a dicotomia entre teoria e prática.

Desta forma, a interdisciplinaridade deve ser prioridade no curso de Ciências Agrárias e a implantação de um programa de Tutoria é peça fundamental na construção deste processo. Assim, os objetivos do programa de tutoria foram permitir aos estudantes veteranos do Bacharelado em Ciências Agrárias exercitar-se na área acadêmica, vivenciando diariamente as oportunidades oferecidas pelo ensino, pesquisa e extensão; apoiar os estudantes calouros do Bacharelado em Ciências Agrárias na disciplina de Química Geral e Analítica, no sentido de minimizar deficiências de conhecimentos básicos; apoiar os estudantes recém-ingressantes, tanto no que se refere ao desenvolvimento das atividades acadêmicas da disciplina de Química Geral e Analítica, quanto à adaptação ao ambiente universitário com o intuito de reduzir o número de evasões e retenções.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o intuito de avaliar o papel da tutoria, foram aplicados questionários aos alunos que cursaram a disciplina de Química Geral e Analítica durante o 1º semestre de 2017. O primeiro questionário foi aplicado no início do semestre e possuía 8 questões, as quais se referiam aos gostos e perspectivas dos alunos para o semestre. Ao final do período foi elaborado um questionário final que continha cinco questões, enfocando na experiência dos alunos com a disciplina e com a tutoria durante o semestre.

O questionário inicial (Tabela 1) aplicado durante o 1º semestre de 2017 abordou

questões sobre a expectativa, interesse e quão preparados os alunos chegaram do ensino médio. Já o questionário final (Tabela 2) abordou perguntas sobre o decorrer da disciplina e também uma breve avaliação do programa de tutoria. O primeiro questionário foi respondido por 87 alunos e o segundo por 70 alunos. Estima-se que esta diferença seja por alunos faltosos e/ou desistentes. De acordo com a Figura 1, observou-se que 47,12% dos alunos gostam da disciplina de química e 86,20% a consideram importante para o curso de Bacharelado em Ciências Agrárias (BCA). Sabe-se que os alunos do ensino médio chegam ao ensino superior com defasagem na área de química. Dessa forma, 49,42% dos alunos confirmaram que apresentaram dificuldade no aprendizado de química, corroborando com pesquisas realizadas por Cordeiro e Oliveira (2011) e Pereira (2014).

As questões quatro e cinco referem-se ao Programa de Tutoria e, apesar de 90,80% dos alunos concordarem que a tutoria pode facilitar o aprendizado, apenas 75,86% pretendem procurar a tutoria. Entretanto, durante o semestre, 67,10% dos alunos afirmaram nunca terem procurado o apoio da tutoria.

---

1- Você gosta da disciplina de Química?

Sim  Mais ou menos  Não

---

2- Você considera importante a disciplina de Química no Bacharelado em Ciências Agrárias (BCA)?

Sim  Mais ou menos  Não

---

3- Você teve dificuldade na aprendizagem de Química durante o Ensino Médio?

Sim  Mais ou menos  Não

---

4- Você pretende procurar o apoio da tutoria de Química durante o semestre?

Sim  Mais ou menos  Não

---

5- Você acha que o Programa de Tutoria pode facilitar o aprendizado da Química?

Sim  Mais ou menos  Não

---

6- A forma em que a disciplina é conduzida (teoria e prática) facilita a aprendizagem?

Sim  Mais ou menos  Não

---

7- Você vê interação do estudo da Química com o seu dia a dia?

Sim  Mais ou menos  Não

---

8- Qual a importância do estudo da Química para sua área de formação?

Nada importante  0  1  2  3  4  5 Muito Importante

---

Tabela 1. Questionário inicial aplicado aos alunos que cursaram a disciplina Química Geral e Analítica durante o 1º Semestre/2017.

Grande parte dos alunos (79,31%) afirmou que as aulas teóricas e práticas facilitam a aprendizagem da química. Entretanto, apenas 47,12% do alunado percebe interação da química com o dia a dia. De acordo com Santos e Mortimer (1999), usar exemplos do cotidiano e materiais alternativos influenciam e contribuem para o bom aprendizado do discente. A última questão (Tabela 1) demonstra que mais da metade dos entrevistados consideram a química muito importante para a futura profissão, ou seja, o bacharelado em Ciências Agrárias.

1- Você gostou da disciplina de Química durante este semestre?

Sim, sempre b) Sim, quase sempre c) Sim, às vezes d) Não

2- Você teve dificuldade na aprendizagem de Química durante este semestre?

Sim, sempre b) Sim, quase sempre c) Sim, às vezes d) Não

3- Você procurou o apoio da tutoria de Química durante este semestre?

Sim, sempre b) Sim, quase sempre c) Sim, às vezes d) Não

4- Você achou que o Programa de Tutoria facilitou o aprendizado da Química?

Sim, sempre b) Sim, quase sempre c) Sim, às vezes d) Não

5- Você viu interação do estudo da Química com a sua área de formação?

Sim, sempre b) Sim, quase sempre c) Sim, às vezes d) Não

Tabela 2. Questionário final aplicado aos alunos que cursaram a disciplina Química Geral e Analítica durante o 1º Semestre/2017.

Para dar continuidade ao trabalho desenvolvido pelo Programa de Tutoria, foi elaborado um questionário final. Este abordou sobre a didática apresentada durante o semestre e o trabalho da tutoria no auxílio aos alunos para sanar as dúvidas e minimizar as deficiências do ensino básico. O resultado dos dados pode ser observado na Figura 2.

A primeira pergunta (Tabela 2) demonstra que 69,9% dos alunos gostaram da disciplina de química neste semestre, respondendo afirmativamente como “sempre” e “quase sempre”. A Figura 1 demonstrou que apenas 47,12% informaram o gosto pela área de química. Portanto, houve maior adesão à química durante o semestre. Acredita-se que tal fato foi alcançado devido a metodologia adotada, alternando aulas teóricas e práticas, estimulando o trabalho participativo, incentivou os alunos (FONTANIVE; KLEIN, 2010).

Mesmo 69,9% do alunado tendo gostado da disciplina de química, 42,7% dos mesmos informaram ter apresentado dificuldades de aprendizagem durante o semestre. Cordeiro e Oliveira (2011) afirmam sobre a existência de dificuldade encontrada pelos alunos na área da química.

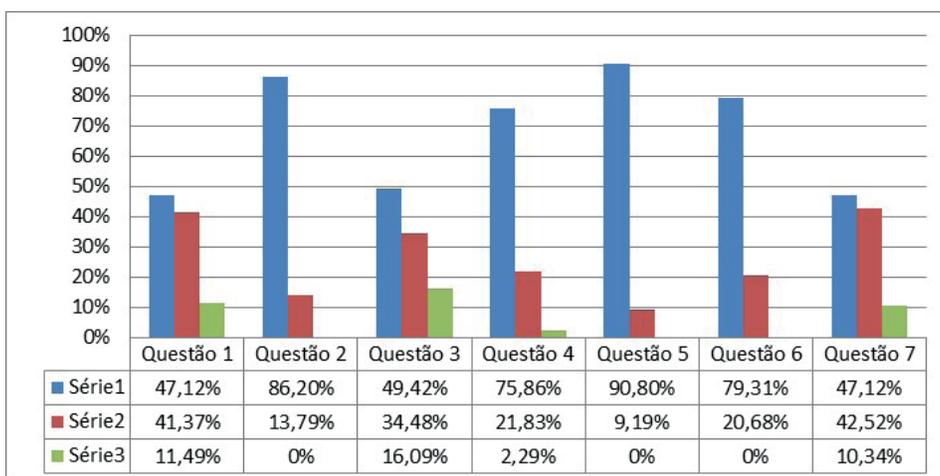


Figura 1. Respostas obtidas para o questionário inicial. A Série 1 representa “sim”, a Série 2 representa “mais ou menos” e a Série 3 representa “não”.

Um grande paradoxo é que apesar de reconhecerem a dificuldade da matéria e também reconhecerem a sua importância para a futura profissão, 67,10% afirmaram nunca terem procurado apoio da tutoria (Figura 2). Dos alunos que frequentaram a tutoria, apenas 5,7% considerou que a mesma não facilitou o aprendizado. Este fato demonstra que, mesmo havendo baixa procura pela tutoria, aqueles alunos que a frequentam consideram a mesma importante no processo ensino-aprendizagem. De acordo com Braathen (1987), um programa de tutoria em química é extremamente eficiente em atenuar o problema de conhecimento prévio insuficiente.

Por fim, ratificou-se a pergunta sobre a interação da química com a área de formação do aluno, onde 97,0% de todas as respostas afirmativas informaram haver ligação da química com as Ciências Agrárias. Conforme afirma Gasparim (2020), um dos papéis do professor é conferir sentido à aprendizagem, assumindo a responsabilidade social com relação à construção do conhecimento científico dos alunos.

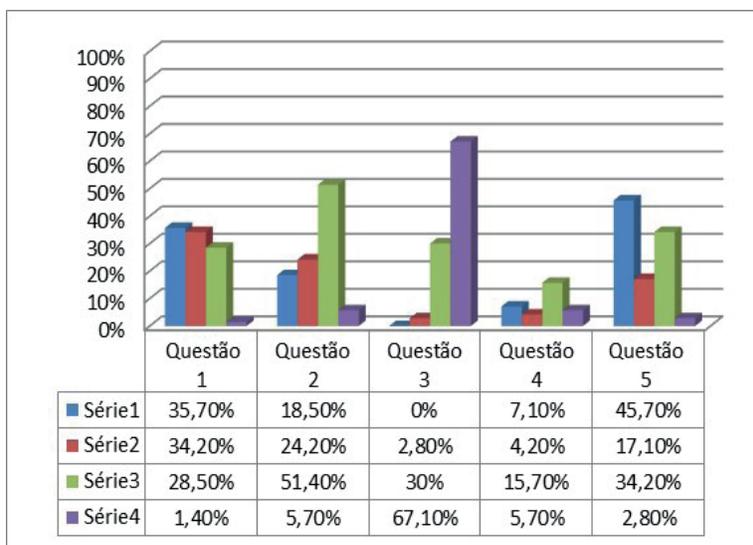


Figura 2. Respostas obtidas para o questionário final. A Série 1 representa “sim, sempre”, a Série 2 representa “sim, quase sempre”, a Série 3 representa “sim, às vezes” e a Série 4 representa “não”.

Neste estudo, foi possível observar que houve maior adesão dos alunos à disciplina de química no 1º semestre de 2017. Apesar de sentirem dificuldade na aprendizagem, demonstraram apreço com a associação entre teoria e prática. Assim, conseguiram perceber a interação da química com o cotidiano e, dessa forma, assimilarem a importância da disciplina para a área profissional.

Entretanto, existe baixa adesão ao programa de tutoria, onde menos da metade dos alunos o frequentaram. Todavia, a maioria dos alunos que procurou apoio da tutoria, concordaram que o apoio facilitou o processo de aprendizagem. Portanto, acredita-se que

será necessário desenvolver uma metodologia nova no programa de tutoria para atrair de forma significativa os alunos. Lembrando que, não se pode eximir a responsabilidade do aluno por não procurar o apoio da tutoria. Também é responsabilidade do alunado apresentar o desejo de se desenvolver e querer melhorar a aprendizagem, sanando suas deficiências.

No segundo semestre de 2017 foi aplicado somente um questionário ao final do período (Tabela 3), contendo 7 questões relacionados à matéria de Química e à tutoria. As perguntas se referiam à dificuldade na aprendizagem da disciplina, se gostaram da mesma, se a condução desta facilitava o aprendizado, a interação do estudo desta matéria com a área de formação e questionamentos sobre a tutoria. Os dados do Quadro 1 referem-se à posição dos alunos matriculados na disciplina durante o referido semestre (81 alunos).

---

Você teve dificuldade na aprendizagem de Química durante o Ensino Médio?  
 Sim, sempre b) Sim, quase sempre c) Sim, às vezes d) Não

---

Você gostou da disciplina de Química durante este semestre?  
 Sim, sempre b) Sim, quase sempre c) Sim, às vezes d) Não

---

A forma em que a disciplina é conduzida (teoria e prática) facilita a aprendizagem?  
 Sim, sempre b) Sim, quase sempre c) Sim, às vezes d) Não

---

Você viu interação do estudo da Química com a sua área de formação?  
 Sim, sempre b) Sim, quase sempre c) Sim, às vezes d) Não

---

Você acha que o Programa de Tutoria pode facilitar o aprendizado da Química?  
 Sim, sempre b) Sim, quase sempre c) Sim, às vezes d) Não

---

Você teve dificuldade na aprendizagem de Química durante este semestre?  
 Sim, sempre b) Sim, quase sempre c) Sim, às vezes d) Não

---

Você procurou o apoio da tutoria de Química durante este semestre?  
 Sim, sempre b) Sim, quase sempre c) Sim, às vezes d) Não  
 Em caso afirmativo, responda: Você achou que o Programa de Tutoria facilitou o aprendizado da Química?  
 Sim, sempre b) Sim, quase sempre c) Sim, às vezes d) Não

---

Tabela 3. Questionário único aplicado aos alunos que cursaram a disciplina Química Geral e Analítica durante o 2º Semestre/2017.

<b>Resultado final dos alunos do 2º semestre de 2017</b>				
Questões	Sim, sempre	Sim, quase sempre	Sim, às vezes	Não
1	24,67%	16,04%	45,67%	13,58%
2	32,09%	30,86%	27,16%	9,8%
3	51,85%	30,86%	13,58%	3,70%
4	30,86%	29,62%	33,33%	4,93%
5	48,78%	24,39%	19,51%	7,31%
6	12,19%	26,82%	46,34%	14,63%
7	4,88%	10,97%	20,73%	63,41%

Quadro 1. Respostas ao questionário (Tabela 3) aplicado aos alunos que cursaram a disciplina Química Geral e Analítica durante o 2º Semestre/2017.

Referente à dificuldade de aprendizagem de Química durante o Ensino Médio e comparando os resultados com o primeiro período de 2017, onde 49,42% apresentou dificuldades, o segundo período de 2017 esta porcentagem foi de 24,67%.

Ao analisar o Quadro 1 pôde-se observar na terceira questão que 51,85% dos discentes gostaram da forma como a matéria foi conduzida e 30,86% notou interação da Química com a área de formação. Isso é justificável de acordo com Santos e colaboradores (2013), uma vez que:

*“... as aulas de Química contextualizada e levando em consideração não só as vivências, mas também o contexto sociocultural dos alunos, caracterizando um ensino de Química como meio de educação para a vida, relacionando os conteúdos estudados e o dia-a-dia dos alunos, levando-os a refletir, compreender, discutir e agir sobre seu mundo, contribui para despertar o interesse pela disciplina.”* (SANTOS et al., 2013).

Com relação à quinta questão (Tabela 3) identifica-se que 48,78% (Quadro 1) afirmaram que a tutoria sempre pode facilitar o aprendizado. Vale ressaltar que apenas 36,7% dos discentes frequentaram regularmente a tutoria e que, destes alunos frequentes, a maioria afirmou que o programa contribuiu de fato para o processo de ensino-aprendizagem.

Com o intuito de detalhar as análises dos dados, ambos os semestres de 2017 foram comparados a fim de identificar as melhorias que devem ser implementadas e as possíveis falhas ocorridas durante o processo. Sendo assim, no primeiro semestre de 2017, cerca de 39% dos alunos foram aprovados na disciplina e 61% reprovados, desconsiderando aqueles que cancelaram a matrícula (Quadro 2). Os alunos que cancelaram a matrícula foram 6%.

Turmas	Aprovados	Reprovados	Cancelamentos	Total de alunos
A	13 (42%)	18	1	32
B	13 (33%)	26	3	42
C	10 (43%)	13	2	25
Total	36 (39%)	57 (61%)	6 (6%)	99

Quadro 2. Índices de aprovação/reprovação/cancelamento na disciplina de Química Geral e Analítica durante o 1º Semestre/2017.

Analisando as três turmas do 1º Semestre/2017, 42% da turma A foi aprovada, enquanto na turma B este resultado caiu para 33%. Já a turma C apresentou o maior índice de aprovação, com 43%.

Turmas	Aprovados	Reprovados	Cancelamentos	Total de alunos
A	15	37	1	53
B	12	23	3	38
C	20	35	2	57
Total	47 (33%)	95 (67%)	6 (4%)	148

Quadro 3. Índices de aprovação/reprovação/cancelamento na disciplina de Química Geral e Analítica durante o 2º Semestre/2017.

Mantendo o mesmo critério adotado para o 1º Semestre/2017, nota-se que cerca de 33% dos alunos foram aprovados e 67% reprovados durante o 2º Semestre/2017, excluindo-se os alunos que trancaram ou cancelaram a disciplina. No 2º Semestre/2017 diminuiu-se a evasão, caindo de 6% para 4% aqueles alunos que cancelaram a matrícula na disciplina.

Como o índice de reprovação aumentou de um semestre para o outro, resolveu-se analisar somente os alunos que frequentaram a tutoria no 2º semestre de 2017, pois viu-se a necessidade de investigar detalhadamente o desempenho destes alunos.

Dessa forma, cerca de 50% dos alunos que compareceram na tutoria obtiveram a aprovação. Esse índice é significativo, uma vez que, muitos alunos têm formação deficitária no Ensino Médio e chegam até o tutor com dúvidas básicas em relação ao conteúdo. Entretanto, no decorrer do programa, verifica-se maior complexidade das dúvidas. Isso se deve ao melhor entendimento por parte dos alunos e ao avanço do conteúdo propriamente dita.

<b>Nome</b>	<b>Frequência</b>	<b>Situação</b>
<b>A</b>	20%	Aprovado
<b>B</b>	30%	Reprovado
<b>C</b>	10%	Aprovado
<b>D</b>	60%	Aprovado
<b>E</b>	10%	Aprovado
<b>F</b>	20%	Aprovado
<b>G</b>	60%	Aprovado
<b>H</b>	30%	Reprovado
<b>I</b>	20%	Reprovado
<b>J</b>	20%	Aprovado
<b>K</b>	10%	Aprovado
<b>L</b>	40%	Aprovado
<b>M</b>	30%	Aprovado
<b>N</b>	10%	Reprovado
<b>O</b>	10%	Aprovado
<b>P</b>	10%	Reprovado
<b>Q</b>	10%	Reprovado
<b>R</b>	10%	Reprovado
<b>S</b>	10%	Reprovado
<b>T</b>	10%	Aprovado
<b>U</b>	10%	Reprovado
<b>V</b>	20%	Reprovado

Tabela 4. Frequência dos discentes na monitoria durante o 2º Semestre/2017.

Ao detalhar o comportamento de cada aluno encontraram-se particularidades, como explicitadas a seguir. O aluno **A** frequentou 20% das tutorias e obteve a aprovação. Já o aluno **B**, apesar de frequentar a tutoria em 30% das vezes não conseguiu obter a aprovação por encontrar certa dificuldade e por motivos pessoais. O discente **C** teve poucas dúvidas durante o semestre e as que possuía eram rapidamente resolvidas assim, ele frequentou 10% das monitorias e foi aprovado. O aluno **D** possuía facilidade na aprendizagem e frequentou as tutorias com o intuito de reforçar o conteúdo visto em sala, ele participou de 30% das tutorias. O **E** frequentou 10% das tutorias e foi aprovado, uma vez que absorvia rapidamente o conteúdo explicado. Percebeu-se que o discente **F** procurou a tutoria para sanar as dúvidas nos exercícios e participou de 20% das tutorias, obtendo aprovação na disciplina.

O aluno **G** destacou-se pela dedicação, frequentou 30% das tutorias e fez com assiduidade as listas de exercícios. Dessa forma, o mesmo também foi aprovado. O discente **H** demonstrou ter dificuldade no entendimento da matéria apesar do seu esforço. Notou-se neste aluno maior aptidão para a área de Humanas. Sendo assim, mesmo frequentando a tutoria em 30% das vezes, este discente não conseguiu ser aprovado. Outro aluno que obteve dificuldades com o conteúdo foi o **I**, o qual frequentou cerca de 20% da tutoria, mas não conseguiu resultados satisfatórios.

Analisando de forma mais geral o restante dos alunos, pôde-se observar que a maioria que frequentou somente 10% do apoio da tutoria não obteve aprovação no final do semestre. Cerca de 79% dos alunos que tiveram a frequência na tutoria acima de 10% tiveram resultado satisfatório, obtendo aprovação na disciplina de Química Geral e Analítica.

Obviamente que um trabalho docente de qualidade requer necessariamente um comprometimento do profissional em educação, no todo do seu fazer docente. Porém, o comprometimento compete, também, ao educando, visto que só aprende quem quer aprender, e só se “ensina” a quem quer ser ensinado. De acordo com Tardif (2002):

“... nada nem ninguém pode forçar um aluno a aprender se ele mesmo não se empenhar no processo de aprendizagem.” (TARDIF, 2002).

O programa de tutoria alcançou um de seus objetivos, haja vista que, cerca de 50% dos alunos que a frequentaram foram aprovados. Essa média é muito superior aos índices de aprovações gerais das turmas. Este índice demonstra a relevância do projeto no processo de ensino-aprendizagem. Foi questionado aos alunos que frequentaram o programa se eles consideravam que a tutoria facilitou a aprendizagem e cerca de 90% responderam positivamente. Portanto, entende-se que mesmo os alunos que não conseguiram a aprovação consideraram que a tutoria facilitou o entendimento dos conteúdos trabalhados na disciplina de Química Geral e Analítica.

## CONCLUSÃO

Certamente os alunos da UFVJM- Campus Unai interagiram com o programa de tutoria em Química e deram um retorno positivo, uma vez que o processo de aprendizagem é um processo ativo. O tutor é o interventor, a pessoa que provoca discussão entre os estudantes e leva essas indagações ao professor, tornando o processo interativo e dinâmico, e por sua vez sanando possíveis erros em tempo real.

Dessa forma, observa-se que houve maior adesão dos alunos do segundo período em relação ao primeiro do ano de 2017. Tal fato demonstra crescimento e amadurecimento do projeto. Nota-se também que nos dois períodos os alunos disseram gostar da disciplina de Química, mas que sentem dificuldade, porém, reconhecem a importância da Química na sua atividade e veem interação com o dia a dia.

Esses resultados são fruto da combinação de aulas interativas, dinâmicas e demonstrativas em laboratórios com o reforço das atividades extraclases da tutoria, atenuando os problemas da falta de conhecimento prévio. Entende-se que o programa está se aprimorando e tem crescido de maneira significativa.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à bolsa concedida pelo Programa de Apoio ao Ensino de Graduação (PROAE) e ao Programa de Enfrentamento à Retenção e Evasão (PROGER) da UFVJM.

## REFERÊNCIAS

AUGUSTO, T. F. da S. A. et al. Interdisciplinaridade: concepções de professores da área Ciências da Natureza em formação em serviço. *Ciência & Educação*. 2004, v. 10, n. 2, p. 277-289.

Braathen, P.C. A case study of prior knowledge, learning approach and conceptual change in an introductory chemistry tutorial program. Tese de Doutorado, University of Wisconsin, 1987.

CORDEIRO, A. S.; OLIVEIRA, B. P. de. Monitoria acadêmica: A importância para o aluno de licenciatura em química. **ANAIS: 2º Encontro de Ciência e Perícia Forenses do RN**. Natal: ANNQ, 2011.

DÉLORS, J. Educação: um tesouro a descobrir: Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. 6.ed. São Paulo: Cortez, 2001.

FONTANIVE, N.S.; KLEIN, R. O efeito da capacitação docente no desempenho dos alunos: uma contribuição para a formulação de novas políticas públicas de melhoria da qualidade da educação básica. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*. 2010, v.3, n. 3.

GADOTTI, Moacir. *Perspectivas atuais da educação*. Porto Alegre: Ed. Artes Médicas, 2000.

GASPARIN, J. L. *Uma didática para a pedagogia histórico-crítica*. Campinas: Autores Associados, 2020.

LIBÂNEO, José Carlos. A aprendizagem escolar e a formação de professores na perspectiva da psicologia histórico-cultural e da teoria da atividade. *Educar*, nº 24. Curitiba: Editora UFPR, 2004. p. 113-147.

PEREIRA, J. T. A inserção de jogos didáticos na formação de graduandos em Química da UEPB-Campos de Patos. 2014, 69f. Trabalho de conclusão de curso (graduação em Química) - Universidade Estadual da Paraíba, 2014. 17 p.

SANTOS Jr., J. B. *et al.* Um estudo comparativo entre a atividade experimental e a simulação por computador na aprendizagem de eletroquímica. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* v. 15, nº 2, p. 312-330, 2016.

SANTOS, A. O.; SILVA, R. P.; ANDRADE, D.; LIMA, J. P. M. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/IFS/Química). *Scientia plena*, v. 9, n. 7 (b), 2013.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Concepções de professores sobre contextualização social do ensino de química e ciências. *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*, v. 22, 1999.

TARDIF, M. Saberes docentes e formação profissional. Petrópolis, R.J.: Editora Vozes, 2002.

VALDERRAMA, L. *et al.* Proposta experimental didática para o ensino de análise de componentes principais. *Química Nova*, v. 39, nº. 2, p. 245-249, 2016.

# QUALIDADE DA ÁGUA FORNECIDA À SUÍNOS NA REGIÃO DA ZONA DA MATA DO ESTADO DE MINAS GERAIS, BRASIL

*Data de aceite: 01/08/2023*

### **Letícia Albergaria Campos Ségala**

Graduanda em Medicina Veterinária pela Faculdade de Ciências e Tecnologia de Viçosa - UNIVIÇOSA

### **Mariana Costa Fausto**

Professora do curso de Medicina Veterinária da Faculdade de Ciências e Tecnologia de Viçosa - UNIVIÇOSA

Trabalho apresentado à banca examinadora, do curso de Medicina Veterinária da Faculdade de Ciências e Tecnologia de Viçosa – FAVIÇOSA, como parte integrante das exigências para obtenção do título de Graduado em Medicina Veterinária.

**RESUMO:** A água é de suma importância dentro de um sistema de produção animal. É considerada como um nutriente essencial quando utilizada na dessedentação animal. A utilização de água com qualidade duvidosa pode interferir diretamente na saúde do rebanho, por isso há importância em realizar análises periódicas na água que os animais consomem. Diante disso, o objetivo

desse trabalho foi avaliar a qualidade da água, por meio de análises físico-químicas e microbiológicas, fornecidas a suínos produzidos em sistema intensivo, na microrregião de Ponte Nova, na Zona da Mata de Minas Gerais- MG. As amostras de água foram coletadas em duplicata e de acordo com a técnica estabelecida pela CETESB em dez granjas. Assim, estas foram coletadas em garrafas plásticas estéreis, retiradas na chegada do reservatório e no bebedouro dos animais, armazenada sobre refrigeração até a chegada ao laboratório. Em cada amostra foram realizadas as análises de: condutividade, pH, alcalinidade, dureza, cor, turbidez, ferro total, fósforo total, nitrogênio e coliformes. Foi observado que as médias entre os valores das análises não tiveram diferença significativa entre seus resultados. Mas quando avaliando individualmente cada granja, notamos alteração em alguns parâmetros, essa diferença é notável através do coeficiente de variação, que se apresenta maior para a análise de coliformes, cor e turbidez, essas alterações são claras quando tratamos de propriedade com água não tratada. Pode se concluir que em granjas com maiores variações em seus parâmetros a água se apresenta inadequada para o consumo de

suíno em sistema intensivo de produção.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água, análise físico- químicas, coliformes, consumo, microbiologia, suinocultura

## QUALITY OF WATER PROVIDED TO PIGS IN THE MINAS GERAIS STATE FOREST ZONE REGION, BRAZIL

**ABSTRACT:** Water is of paramount importance within an animal production system and is considered as an essential nutrient when used in animal desedentation. The use of water of dubious quality can directly affect the health of the herd, so the importance of performing periodic analyzes on the water that animals consume. Therefore, the objective of this work was to evaluate the water quality through physicochemical and microbiological analyzes, supplied to pigs produced in intensive production system, in the Ponte Nova microregion, in the Zona da Mata of Minas Gerais-MG. Water samples were collected in duplicate and according to the technique established by CETESB in ten farms. Thus, they were collected in sterile plastic bottles, taken at the arrival of the reservoir and in the water cooler, stored under refrigeration until arrival at the laboratory. Conductivity, pH, alkalinity, hardness, color, turbidity, total iron, total phosphorus, nitrogen and coliforms were analyzed in each sample. It was observed that the averages between the analysis values had no significant difference between their results. But when evaluating each farm individually, we noticed changes in some parameters, this difference is noticeable through the coefficient of variation, which is larger for the analysis of coliforms, color and turbidity, these changes are clear when we treat property with untreated water. It can be concluded that in farms with larger variations in their parameters, water is inadequate for pig consumption in intensive production system.

**KEYWORDS:** coliforms, consumption, microbiology, pig farming, physicochemical analysis, Water

## 1 | INTRODUÇÃO

Suinocultura é uma atividade de importante papel na economia brasileira, uma atividade que está presente em todas as regiões. A produção brasileira de carne suína é de aproximadamente 3.75 milhões de toneladas ao ano. Os estados que mais abatem suínos são Santa Catarina (21,01%), Rio Grande do Sul (19,53%) e Minas Gerais (11,03%). Em relação ao mercado mundial o Brasil está em quarto lugar em maior produção, também em quarto lugar na exportação. Em 2017 o Brasil exportou 18,5% da sua produção, e 81,5% foi consumido pelo mercado interno, onde o consumo per capita do país é de 15,7kg (ABPA,2018).

A região sudeste é a segunda maior produtora de suínos, representando 17% de toda produção brasileira. O estado de Minas Gerais é o responsável por 11% dessa produção. Minas Gerais conta com um percentual expressivo de produtores independentes, e que na sua maioria são de granjas de ciclo completo, ou seja, são responsáveis por toda produção, do nascimento ao abate. Podemos destacar a Zona da Mata quando falamos em

suinocultura, uma região com longa tradição na suinocultura, que se fortaleceu com a ajuda de produtores da região de Ponte Nova. A Zona da Mata é responsável por 21% do rebanho do estado de Minas Gerais, com aproximadamente 1,95 milhões de cabeça (ABCS, 2016)

Dentro da produção animal, a água é um elemento imprescindível, sendo necessário que se adotem medidas para garantir suas características, a fim de que seja própria para o consumo. Contudo, as necessidades de consumo dos animais, variam de acordo com a espécie, tipo de criação, alojamento, condições do ambiente, natureza da dieta e temperatura (PADILHA, NODARI e FERNANDES, 2013).

Por ser considerada como um nutriente essencial e quando utilizada na dessedentação animal, a utilização de água de qualidade duvidosa pode interferir nos índices zootécnicos e na disseminação de enfermidades, acarretando graves prejuízos econômicos. Além disso, água de má qualidade pode ainda carrear agentes patogênicos de doenças de interesse em saúde pública (PEREIRA, PATERNIAN e DERMACHI, 2009).

A quantidade de água ingerida pelos suínos vai depender da sua qualidade. Portanto, muitos fatores podem fazer com que os animais diminuam o consumo da água, como: a composição, palatabilidade, temperatura, o fluxo da água, o tipo de bebedouro utilizado e o estágio do ciclo reprodutivo. Em fêmeas suínas a ingestão de água ácida (pH <5,7) e alto teor de nitrito podem predispor a ocorrência de infecção urinária. (MERLINI e MERLINI, 2011).

Para o setor de suinocultura, recomenda-se que a água atenda os parâmetros da resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente 357. Dessa forma, a qualidade da água de dessedentação dos animais de produção deve estar dentro dos padrões exigidos para Classe 3 assim como recomendado para águas destinadas ao consumo humano (RESOLUÇÃO CONAMA, 2005)

O setor suinícola apresenta-se como altamente demandante de recursos hídricos, pois estes são utilizados não apenas para dessedentação, mas também para limpeza das instalações. O conhecimento da quantidade e qualidade da água consumida pelos animais constitui um indicador de desempenho e saúde dos rebanhos. Da mesma forma, a quantidade consumida pela granja propiciará o conhecimento do custo da água na propriedade (PALHARES, 2011). Diante disso, é de grande importância investimentos relacionados ao armazenamento da água, para que esta se mantenha com uma qualidade adequada para ser consumida pelo animal. Recomendado-se que os reservatórios sejam capazes de armazenar pelo menos 15 dias de consumo, para que não corra o risco de a quantidade da água ser insuficiente para o rebanho (SOUZA et al. 2016).

Não existe uma legislação específica que determine os padrões de potabilidade de água para a dessedentação animal. No entanto, como regra geral para consumo humano, esta deve ser potável, sem a presença de coliformes fecais, matéria orgânica, bactérias ou substâncias tóxicas (BRASIL, 2006). Neste contexto, a água deve atender os requisitos mínimos de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde para o consumo humano,

através da Portaria Nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. É indispensável realizar análises da qualidade da água anualmente. Contudo, dependendo da saúde, hábito alimentar e desempenho zootécnico dos animais, estas análises podem ser realizadas num espaço de tempo menor (SOUZA et al. 2016).

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar, por meio de análises físico-química e microbiológica, a qualidade da água fornecida a suínos produzidos em sistemas intensivos, na microrregião de Ponte Nova, na Zona da Mata de Minas Gerais – Brasil.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Amostras de água foram coletadas de dez granjas comerciais de suíno, localizadas na Zona da Mata de Minas Gerais. As coletas foram realizadas segundo estabelecido pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Em cada granja, estas, foram coletadas em dois pontos diferentes, ou seja, na chegada ao reservatório, e no bebedouro dos animais, e em duplicata de forma aleatória. As mesmas foram coletadas em garrafas plásticas estéreis, devidamente identificadas e armazenadas em caixa térmica sob refrigeração até envio e processamento em laboratório de Microbiologia da Faculdade de Ciências e Tecnologia de Viçosa – FAVIÇOSA/UNIVIÇOSA, localizada na cidade de Viçosa, Minas Gerais. Foram realizadas análises de: turbidez, cor, condutividade, pH, alcalinidade, dureza, ferro total, nitrogênio, fósforo total e coliformes.

A turbidez das soluções foi determinada em turbidímetro, previamente calibrado com água deionizada. Esta determinação consiste no método nefelométrico, um equipamento com luz de tungstênio e detectores fotoelétricos, capazes de detectar a luz que é dispersa em um ângulo de 90° com a luz incidente.

A cor é medida através da espectrofotometria. A amostra é solubilizada no solvente em um balão volumétrico limpo e seco. Em uma cubeta é colocado o solvente puro e lido no comprimento de onda o mesmo que será lida a amostra, esse procedimento é chamado leitura em branco, e tem como finalidade minimizar os erros causados, pela absorção luz ocasionados pelo vidro e pela água. A amostra é filtrada em uma membrana de 0,2 µm, por que a solução deve estar totalmente límpida a fim de diminuir ao máximo o erro causado por partículas em suspensão, a cubeta contendo o branco e retirado do equipamento e sua absorção anotada. Após esse processo a solução de interesse é lida, e dessa absorbância é subtraído a leitura do branco.

A condutividade é medida através do condutivímetro. Liga-se o aparelho no botão e deixa-lo por 10 minutos para estabilizar. Com o botão medição/calibração ajustado para o modo de “Calibração”, girar o potenciômetro de “calibração” até atingir a indicação de 100,0. Ajustar a temperatura com o potenciômetro de “compensação de temperatura”. Se não houver necessidade da compensação de temperatura, ajustar para 25° C. Após terminar

a calibração, ajustar o botão medição/calibração para a posição “medição” e introduzir o eletrodo dentro do líquido a ser medido. Anotar o valor da condutividade do líquido indicado e não esquecer de multiplicá-lo por um fator, em função do eletrodo utilizado o eletrodo de platina preta o fator é 10. Retornar ao modo “calibração”, esperar que a indicação seja 100,0 e desligar o aparelho. Lavar o eletrodo com água deionizada e secar com papel absorvente macio.

O pH é medido através do pHmetro. Liga-se o aparelho e espera a estabilidade, lava os eletrodos com água destilada e enxuga-os com papel absorvente. Calibrar o aparelho com solução padrão, introduzir os eletrodos na amostra e fazer a leitura.

A alcalinidade consiste no método volumétrico de neutralização, onde a amostra é transferida para um Erlenmeyer. São adicionadas 3 gotas de fenolftaleína sob agitação. Se a amostra permanecer incolor, adiciona-se 5 gotas de indicador misto. Titula-se com ácido sulfúrico até a virada da cor azul para salmão. Anota-se o volume gasto. Com o volume gasto, determina-se a alcalinidade total.

A dureza consiste em uma técnica volumétrica de complexação, onde 50mL da amostra são transferidos para um frasco Erlenmeyer. Adiciona-se solução tampão de amônia pH = 10 e Negro de Eriocromo T como indicador. A titulação é feita com EDTA solução padrão, até a viragem para cor azul pura, o volume gasto é anotado. Fazer um branco com a água destilada, subtrair o volume de EDTA gasto na titulação do branco do volume de EDTA gasto na titulação da amostra. A diferença é o volume que será aplicado na fórmula.

Para ferro total, mede-se 5,0mL da amostra, transfere-se para uma cubeta. Paralelamente faz-se a prova em branco utilizando água deionizada. Adiciona-se 1 gota do reagente 1 (acetato de sódio), 4 gotas do reagente 2 (cloreto de hidroxilamônio) agente redutor sob agitação. Aguarda-se por 5 minutos, após o tempo determinado adiciona-se 4 gotas do reagente 3 (1,10-fenantrolina), complexante, sob agitação e aguarda-se 10 minutos, para então fazer a leitura da absorbância do branco e da amostra, num comprimento de onda de 480 nm, no espectrofotômetro.

Para determinar o nitrogênio, em um balão Kjeldahl de 800 mL, adiciona-se 100 mL da amostra, 300 mL de água bidestilada e se necessário 25 mL de solução tampão de fosfato, para corrigir o pH. Coloca-se a solução em ebulição para que toda amônia seja eliminada, isto se dará quando o volume a solução estiver reduzido à metade. Despreza-se o condensador e adiciona-se ao que ficou no balão 50 mL de solução ácida (ácido sulfúrico). Procede-se a digestão da mistura e a partir do momento em que a mesma torna-se límpida deixa-se em ebulição por 30 minutos. Deixa-se o resíduo esfriar e adiciona-se 300 mL de água bidestilada. Para elevar o pH adiciona-se hidróxido de sódio e 3 gotas de fenolftaleína como indicador. Em um Erlenmeyer adiciona-se 50 mL de ácido bórico, adaptando o terminal do condensador para fique mergulhado no ácido. Durante a destilação a temperatura da coluna não pode ultrapassar 29°C. recolhe-se cerca de 200

mL do destilado e titula-se com ácido sulfúrico. Uma prova em branco é feita seguindo a mesma metodologia. Para a determinação do nitrogênio total é utilizada uma equação.

O fósforo total é determinado pelo método espectrofotométrico. A determinação do fósforo é geralmente, na forma de íon fosfato, pela precipitação de fosfomolibdato de amônio, o qual é dissolvido em solução alcalina. Adiciona-se respectivamente 50mL da amostra e 1 gota de fenolftaleína em um Erlenmeyer. Adiciona-se 1,0 mL de ácido sulfúrico e em seguida 0,4 g de persulfato de amônio sólido. Aqueça em chapa quente por 30 minutos. Depois da solução fria complete seu volume para 50 mL e adicione NaOH. Em uma cubeta coloca-se 5,0 mL da solução preparada acima e adiciona-se 10 mL Vanadato-molibdato. Aguardar 10 minutos e fazer a leitura no espectrofotômetro no comprimento de onda 650 nm.

A análise de coliforme foi feita através da cartela de Colilert mais a adição do substrato, esse é um método fácil e rápido que fica pronto para leitura em vinte quatro horas incubado em uma temperatura de 35°. Se a cartela com a amostra de água continuar incolor o resultado será negativo, se a cor for amarela será positivo para coliformes totais, e se ficar fluorescente será positivo para coliformes termotolerantes. Durante as coletas foram aplicados formulários para obtenção de informações sobre as propriedades, origem da água, realização da estatística (anexo 1), e para construção de mapa de georreferenciamento da região. O mapa se deu por meio do uso de imagem de satélite Landsat, utilizada pelo Google Earth. Os pontos das granjas foram coletados em campo através de coordenadas de navegação, as quais serviram para georreferenciar a imagem original do Datum WGS84, que apresenta coordenadas geográficas para todo o globo terrestre.

O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências e Tecnologia de Viçosa – FAVIÇOSA/UNIVIÇOSA, atendendo às resoluções do Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) e do Conselho Federal de Medicina Veterinária (CFMV), protocolo número 113.2019.01.01.015.03 (Anexo 2).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A localização das granjas fora demonstrada em um mapa de georreferenciamento. As granjas estão localizadas na bacia hidrográfica do Rio Doce, mais precisamente na sub bacia do Rio Piranga. Ela, atende 77 municípios e possui uma área de extensão com aproximadamente 17.562,49 km<sup>2</sup> - 24,65 % sendo a maior unidade da bacia do Rio Doce, e atende aproximadamente 711.026 mil habitantes, sendo que destes, 480.882 mil urbanos e 230.144 mil rurais. Os municípios que mais utilizam dessa fonte hídrica, são o município de Viçosa, com 70.404 habitantes, seguido de Ponte Nova com 55.687 habitantes, Ouro Preto com 50.963 habitantes e Mariana com 50.931 habitantes (IBGE, 2010).

Ainda segundo o IBGE 2010, se tratando do balanço hídrico, a situação evidencia que as retiradas realizadas em todas as sub- bacias que compõem a bacia do Rio Doce

não impactam a disponibilidade hídrica, ou seja, estão em acordo o padrão estipulado pela ONU. Segundo o padrão da ONU esta situação é excelente, uma vez que tais demandas encontram-se muito abaixo das vazões. Foram impostas algumas metas para o melhoramento e preservação da bacia do Rio Doce, as maiores preocupações estão mais relacionadas com a qualidade da água do que com a sua quantidade. Tecnologias limpas, apoio ao produtor rural, erosão, resíduos sólidos e critérios para a implantação de aproveitamentos hidrelétricos são algumas linhas de trabalho a serem desenvolvidas na bacia do Rio Doce (figura 1).

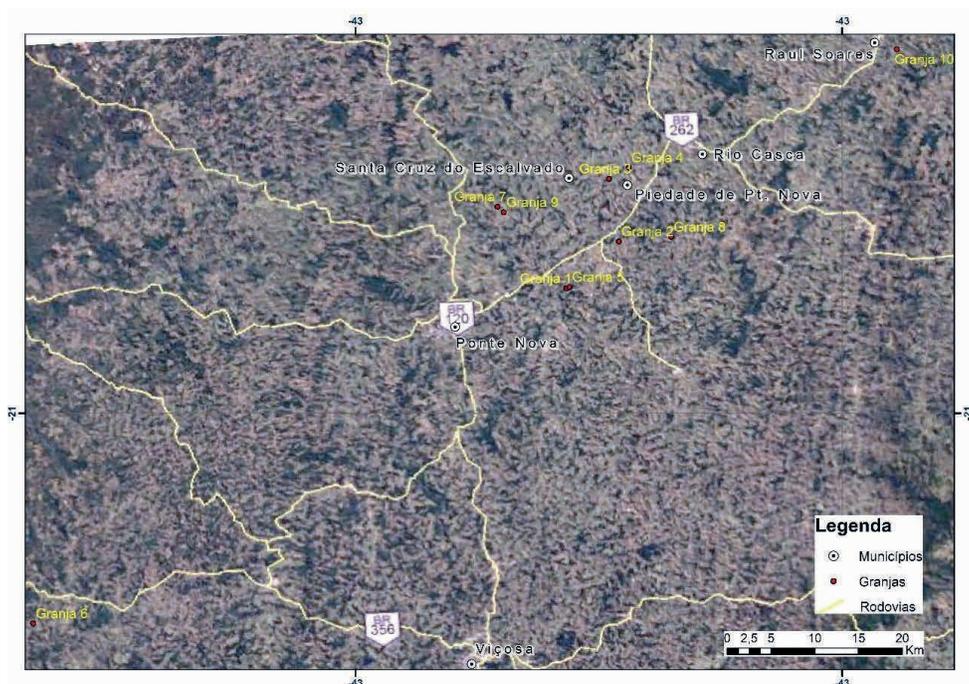


Figura 1. Mapa com o georreferenciamento das dez granjas, localizadas na Zona da Mata de Minas Gerais.

De acordo com o questionário aplicado aos produtores, objetivando-se verificar a origem e qualidade da água, foi possível verificar que 66% das granjas possuem água tratada e 100% não fluoretada. Em relação à origem 66,7% é proveniente de poço artesiano, 22,2% semi-artesiano e 11,1% de nascente. Além disso, em todas as coletas, a condição climática se manteve ensolarada, apresentando uma variação de 24 a 25°C.

Segundo Silva e Araújo (2003), múltiplos fatores podem comprometer a qualidade da água subterrânea, que vem sendo a mais utilizada para abastecimento. Estas são contaminadas por bactérias, vírus, parasitas, substâncias orgânicas e inorgânicas são decorrentes do inadequado destino final de esgotos, resíduos sólidos urbanos e industriais,

postos de combustíveis e a modernização da agricultura. O que garante a prevenção de doenças causadas pela água é a utilização de água potável, livre de microrganismo patogênicos, substâncias químicas prejudiciais à saúde. E o uso de águas subterrâneas podem justificar a alteração de alguns parâmetros analisados nas amostras de água, devido a presença de algum resíduo.

Grande parte do coeficiente de variação se encontra homogêneo, entretanto são próximos, o que indica que a consistência dos métodos é praticamente equivalente, alguns parâmetros como a cor e coliformes mostrou-se um pouco menos consistente, isso se dá devido a maior variação entre os resultados.

Em relação aos parâmetros analisados, foi possível verificar que não houve diferença significativa entre as médias de nenhuma análise, tanto para caixa como para bebedouro (tabela 1).

Parâmetro	N	Caixa		Bebedouro	
		Média	CV (%)	Média	CV (%)
<b>Turbidez</b>	20	1,63a	93,2	1,52a	61,4
<b>Cor</b>	20	13,2a	113,8	19,8a	84,6
<b>Condutividade</b>	20	62,0a	29,2	63,3a	55,6
<b>pH</b>	20	6,4a	4,5	6,4a	6,7
<b>Alcalinidade</b>	20	12,9a	8,3	13,1a	6,5
<b>Dureza</b>	20	16,0a	11,7	17,1a	14,9
<b>Ferro Total</b>	20	0,120a	63,5	0,177a	81,3
<b>Nitrogênio</b>	20	4,4a	59,8	3,5a	46,0
<b>Fósforo Total</b>	20	0,056a	70,6	0,045a	49,5
<b>Coliformes Totais</b>	20	81,0a	281,6	14,0a	128,7
<b>ColiformesTerm.</b>	20	0,7a	168,8	5,0a	277,7

N= número de amostras CV= coeficiente de variação

Tabela 1. Médias dos valores referentes aos parâmetros ( $p < 0,05$ ).

No Brasil há legislações específicas voltadas para a qualidade da água. Dentre elas está a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357, de 2005, e a Portaria do Ministério da Saúde nº 2914/2011 (BRASIL, 2011), as quais têm classificações e orientações ambientais estabelecendo os limites máximos de cada substância a ser analisada para se alcançar uma água de qualidade, sendo essa análise realizada por meio de parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Nas análises dos parâmetros físico-químicos, foram obtidos valores que se encontravam dentro dos limites estabelecidos pela

resolução Conama 357/2005 para águas doces classe 3 e pela portaria do Ministério da Saúde nº 2914/2011.

De acordo com a estatística a condutividade se apresentou menor em granjas com água não tratada e o mesmo ocorreu quando a temperatura ambiental estava um 1° a menos comparada com as demais granjas. Granjas que tem até 400 matrizes apresentam essa condutividade menor, granjas acima de 400 matrizes apresentam uma condutividade maior. Nota se que na granja 5, especificamente no bebedouro dos animais o valor da condutividade se encontra maior comparado as demais granjas. Entretanto, com relação ao pH não houve nenhuma variação entre as granjas, todas se encontram dentro dos valores desejáveis (tabela 2).

	pH (NA)		Condutividade (µS/cm)	
	Caixa	Bebedouro	Caixa	Bebedouro
<b>Máximo permissível</b>		6 a 9		50
<b>Granja 1</b>	6,3	6,2	48,5	44,6
<b>Granja 2</b>	6,2	6,2	70,5	62,0
<b>Granja 3</b>	6,7	6,5	78,5	76,4
<b>Granja 4</b>	6,3	6,7	65,5	64,7
<b>Granja 5</b>	6,6	6,7	62,0	152,0
<b>Granja 6</b>	6,5	6,5	35,0	34,5
<b>Granja 7</b>	6,1	5,9	95,0	45,0
<b>Granja 8</b>	6,8	7,1	61,4	56,9
<b>Granja 9</b>	6,0	5,7	42,5	32,0
<b>Granja 10</b>	7,0	7,2	62,5	62,0

Tabela 2. Resultados obtidos através das análises de pH e condutividade de dez granjas localizadas na Zona da Mata de Minas Gerais.

O aumento da condutividade se dá devido à grande quantidade de íons que pode ser resultante de compostos ricos em magnésio, cálcio e amônia. Provavelmente nesse ponto a água apresenta significativa deterioração (NOGUEIRA, 2015). A condutividade elevada indica que a mesma possuiu sabor desagradável, e pode causar problemas digestivos (LORDELO, 2018)

A condutividade fornece uma indicação que houve modificação na composição da água, principalmente na concentração de mineral, mas não fornece informações sobre os demais componentes. A partir de seu valor pode ser definido os sólidos dissolvidos totais (SDT), que é um problema maior, pois água com excesso de SDT se torna impalatável, devida a alteração no seu gosto, carrega problemas de corrosões de tubulações e o seu consumo pode provocar acúmulos de sais na corrente sanguínea e favorecer a formação

de cálculos (CASALI, 2008).

O potencial hidrogênio (pH) demonstra a intensidade das condições ácidas ou alcalinas por meio da medição da presença de íons hidrogênio (H<sup>+</sup>). O valor do pH influencia na distribuição das formas livre e ionizada de vários compostos químicos, além disso contribui para aumentar ou diminuir o grau de solubilidade das substâncias e de determinar o potencial de toxicidade de vários elementos. As alterações do pH tem origem natural e ou antropogênica, baixos valores de pH contribuem para corrosividade e valores elevados aumentam a chance de incrustações da rede de abastecimento (BRASIL, 2006).

De acordo com a origem da água pode ser observado que água da nascente apresenta uma alcalinidade maior, quando comparada ao poço artesiano e semi artesiano. E quando se trata do tipo de comedouro também apresenta diferença, tanto para alcalinidade quanto para dureza, granjas com comedouros com depósito para ração apresentam uma menor alcalinidade e dureza quando comparada aos outros dois tipos de comedouro presente nas granjas. Na presente análise todos os valores se encontram no parâmetro desejado (tabela 3).

	Alcalinidade (mg/L)		Dureza (mg/L)	
	Caixa	Bebedouro	Caixa	Bebedouro
<b>Máximo permissível</b>	Até 500		Até 500	
<b>Granja 1</b>	11,7	13	17,2	19,2
<b>Granja 2</b>	14,3	14,3	15,3	13,4
<b>Granja 3</b>	13	13	13,4	15,3
<b>Granja 4</b>	13	13	15,3	19,2
<b>Granja 5</b>	13	13	17,2	19,2
<b>Granja 6</b>	11,7	13	19,2	15,3
<b>Granja 7</b>	14,3	14,3	17,2	19,2
<b>Granja 8</b>	13	13	13,4	19,2
<b>Granja 9</b>	11,7	11,7	15,3	15,4
<b>Granja 10</b>	13	13	19,2	17,2

Tabela 3. Resultados obtidos através das análises de alcalinidade e dureza de dez granjas localizadas na Zona da Mata de Minas Gerais.

A alcalinidade mostra a capacidade da água de neutralizar os ácidos, serve para expressar a capacidade de tamponamento da água, ou seja, sua resistência a mudança de pH. Altos valores de alcalinidade estão ligados a processo de decomposição de matéria orgânica e à alta taxa de respiratória de microrganismos, com liberação de gás carbônico (BRASIL, 2006).

A dureza indica que na água existe presença de cálcio ou magnésio. Pode causar

um sabor desagradável na água e ter efeito laxativo. E ainda pode diminuir a formação de espuma do sabão, que causa um maior consumo dos mesmos na hora da limpeza das instalações (BRASIL, 2006).

Em relação a coloração da água houve diferença quando se trata de sua origem, água de poço artesiano e semi- artesiano apresentam valores similares, ou seja, apresentam um menor valor em relação a sua cor. Já a água de nascente apresenta um valor maior para cor, tendo uma maior variação comparada as demais. Na granja 6 e 7, podemos perceber que a coloração estava alta, e isso foi perceptível durante a análise pois sua cor se apresentava alterada. A turbidez se apresenta maior em propriedade com água não tratada. Somente a granja 6 apresentou uma maior variação nos parâmetros, quando comparada com as demais granjas (tabela 4).

	Cor (mg Pt/L)		Turbidez (NTU)	
	Caixa	Bebedouro	Caixa	Bebedouro
<b>Máximo permissível</b>		15,0		5,0
<b>Granja 1</b>	1,5	16,5	1,0	0,9
<b>Granja 2</b>	1,5	21,5	0,55	1,2
<b>Granja 3</b>	11,5	21,5	2,0	3,2
<b>Granja 4</b>	6,5	6,5	1,0	1,4
<b>Granja 5</b>	6,5	6,5	0,5	1,0
<b>Granja 6</b>	31,5	36,5	5,5	5,4
<b>Granja 7</b>	46,5	56,5	4,4	4,2
<b>Granja 8</b>	6,5	6,5	1,5	1,0
<b>Granja 9</b>	6,5	6,5	0,85	0,45
<b>Granja 10</b>	21,5	6,5	2,7	1,5

Tabela 4. Resultados obtidos através das análises de cor e turbidez de dez granjas localizadas na Zona da Mata de Minas Gerais.

A coloração indica presença de substâncias na água, a intensidades de cor varia de 0 a 200 (uH) unidades de Hazen. Valores menores que 10 são dificilmente percebidos. A cloração da água com a finalidade de colocar nos valores aceitáveis, em excesso pode implicar na geração de produtos cancerígenos (trihalometanos, reação do cloro com a matéria orgânica) (BRASIL, 2006).

Turbidez diminuiu a transparência da água, devido a presença de sólidos suspensos (SCHERER et al. 2016). A cor e turbidez estão fortemente relacionadas, os dois parâmetros indicam presença de material sólidos em suspensão, pode ser indicativo de matéria orgânica ou outros compostos, que irão servir de nutrientes para os microrganismos se desenvolver (PALUDO, 2010). A turbidez é a cor aparente da água, e já a cor corresponde

a cor real da água.

Em propriedades de água não tratada a concentração de ferro total se apresenta menor, com relação a temperatura ambiental quando está a 1°C a menos comparada as outras granjas também apresenta um resultado menor. Já granjas que distribuem dejetos a menos de 100 metros do ponto de captação da água apresenta uma concentração de ferro total maior na água. Apesar de pequenas variações todas as amostras evidenciaram que na análise de ferro total as águas estão em boas condições para consumo animal. Nas análises de fósforo total e nitrogênio não houve alterações significativa, elas se encontram no parâmetro desejável (tabela 5)

	Ferro total (mg/L)		Fósforo total (mg/L)		Nitrogênio (mg/L)	
	Caixa	Bebedouro	Caixa	Bebedouro	Caixa	Bebedouro
<b>Máximo permissível</b>		5,0		0,05		10,0
<b>Granja 1</b>	0,04	0,356	0,05	0,05	3,5	3,9
<b>Granja 2</b>	0,279	0,248	0,07	0,05	5,3	3,2
<b>Granja 3</b>	0,218	0,146	0,12	0,05	3,2	2,8
<b>Granja 4</b>	0,075	0,463	0,01	0,09	2,4	2,1
<b>Granja 5</b>	0,126	0,044	0,02	0,05	10,8	3,9
<b>Granja 6</b>	0,07	0,095	0,03	0,02	2,8	3,9
<b>Granja 7</b>	0,095	0,108	0,11	0,02	3,2	2,4
<b>Granja 8</b>	0,46	0,016	0,04	0,01	6,1	7,2
<b>Granja 9</b>	0,055	0,044	0,05	0,03	2,5	1,7
<b>Granja 10</b>	0,31	0,187	0,01	0,04	1,0	1,7

Tabela 5. Resultados obtidos nas análises de ferro total, fósforo total e nitrogênio de 10 granjas localizadas na Zona da Mata de Minas Gerais.

Em águas subterrâneas, devido às camadas de solo e rocha servirem de filtro, os problemas de turbidez e de cor aparente ocorre quando a concentração de ferro dissolvido da água for elevado (CASALI, 2008). O ferro requer gosto ruim a água, apresenta efeitos sobre o consumo da água e a produtividade (PALHARES, 2005).

Utilizar dejetos de animais como fertilizantes orgânicos, pode ser um problema quando mal manejado, pois o mesmo aumenta a concentração de nitrogênio e fósforo das águas, e contribui para a elevação da contaminação microbiológica (CASALI, 2008).

De acordo com os resultados obtidos através da cartela de Colilert e da tabela de NMP, a granja que mais apresenta alteração no teste de coliforme é a granja 5, quando foram realizadas as análises foi possível perceber que a coloração da água estava alterada, e a mesma não era tratada. Granjas como 2, 3, 6 e 7 também apresentaram contaminação, mas em uma quantidade menor quando comparada com a granja 5 (tabela 6).

	Coliformes totais		Coliforme termotolerantes	
	Caixa	Bebedouro	Caixa	Bebedouro
<b>Máximo permissível</b>	Ausência/100ml		Ausência/100ml	
<b>Granja 1</b>	<1	3,1	0	0
<b>Granja 2</b>	<1	47,1	0	2,0
<b>Granja 3</b>	<1	<1	0	0
<b>Granja 4</b>	23,3	2,0	1,0	0
<b>Granja 5</b>	689,3	33,6	3,1	0
<b>Granja 6</b>	<1	31,3	0	41,7
<b>Granja 7</b>	8,6	6,2	2,0	1,0
<b>Granja 8</b>	<1	<1	0	0
<b>Granja 9</b>	3,1	<1	0	0
<b>Granja 10</b>	<1	<1	0	0

Tabela 6. Valores obtidos para contagem de coliformes totais e termotolerantes em dez granjas localizadas na Zona da Mata de Minas Gerais.

A análise de coliforme foi feita através da cartela de Colilert mais a adição do substrato, esse é um método fácil e rápido que fica pronto para leitura em vinte quatro horas incubado em uma temperatura de 35°. Se a cartela com a amostra de água continuar incolor o resultado será negativo, se a cor for amarela será positivo para coliformes totais, e se ficar fluorescente será positivo para coliformes termotolerantes. Segundo o padrão de potabilidade presente no capítulo V da Portaria do Ministério da Saúde nº 2914/2011, para um controle da qualidade da água quando houver amostras com resultados positivos para coliformes totais, devem ser adotadas ações corretivas. Novas amostras devem ser coletadas depois de alguns dias, até a obtenção de um resultado satisfatório. Quando não houver tanque de contato, as amostras para detectar a presença ou ausência de coliformes totais em sistemas de abastecimento e solução alternativa coletivas de abastecimento de águas, supridas por manancial subterrâneo, precisara ser realizada no primeiro ponto de consumo (BRASIL, 2011).

Coliformes totais e termotolerantes são importantes indicadores de microrganismo patogênico. Bactérias coliformes termotolerantes indicam poluição sanitária se tornando mais propícia que o uso de coliformes totais, pois as bactérias termotolerantes estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente. Já os coliformes totais podem ser achados em ambientes que tenha a presença de compostos orgânicos passíveis de decomposição, e sua presença pode se referir a falta de higiene (CASALI, 2008).

## CONCLUSÃO

Algumas das amostras de água coletadas no presente trabalho apresentam alterações das variáveis de coliformes, cor e turbidez na granja 5, 6 e 7 apresentando-se dessa forma, inadequadas para o consumo de suíno em sistema intensivo de produção, pois a mesmas não atende requisitos mínimos de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde e do Conselho Nacional do Meio Ambiente, podendo provocar alguma patologia e conseqüentemente queda no desempenho dos animais.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus e Nossa Senhora das Graças por terem me dado força para chegar até aqui, permitindo essa conquista.

À minha família por sempre me apoiar nos momentos difíceis, e serem meus maiores motivadores.

A professora orientadora Mariana Fausto por todos os ensinamentos, paciência e incentivo no decorrer da graduação.

Ao amigo Vanderlei por ter me ajudado com os dados e com as amostras para análise, por não medir esforço para que meu trabalho desse certo.

A toda equipe do laboratório de Microbiologia, que me acompanharam e deram auxílio durante todas as análises.

A todos os amigos que de alguma forma me ajudaram e contribuíram para meu desenvolvimento pessoal e profissional.

## REFERÊNCIAS

ABCS. **Associação Brasileira dos Criadores de Suínos**. Mapeamento da suinocultura brasileira, 2016.

ABPA. **Associação Brasileira de Proteína Animal**. Relatório anual de suinocultura, 2018.

BAGATINI, M.; BONZANINI, V.; OLIVEIRA, E. C. Análise da qualidade da água em poços artesianos na região de Roca Sales, Vale do Taquari. **Revista Caderno Pedagógico, Lajeado**, v. 14, n. 1. 8 páginas. 2017.

BRASIL. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. Brasília: Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde., 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n. 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html). Acesso em: 27 outubro 2019.

CARVALHO, T. M. **Diagnóstico dos empreendimentos suínocolas na bacia do rio piranga e o índice de qualidade de águas superficiais – IQA**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Ouro Preto. Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade Socioeconômica Ambiental. Ouro Preto – MG. 160 páginas. 2014.

CASALI, Carlos A. **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul**. 2008. 173 f. Dissertação (Mestrado em ciência do solo) - Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Maria. 2008.

IBGE. **Bacia Hidrográfica do Rio Piranga (DO1)**. IBGE/Censo 2010. Disponível em: <http://comites.igam.mg.gov.br/conheca-a-bacia-do1>. Acesso em: 09/11/2019.

LORDELO, L. M. K.; PORSANI, J. M.; BORJA, P. C. Qualidade físico-química da água para abastecimento humano em municípios do sertão da Bahia: um estudo considerando diversas fontes de suprimento. **Águas Subterrâneas**. v. 32, n. 1, p. 97- 105, 2018.

MERLINI1, L. S.; MERLINI2, N. B. **Infecção urinária em fêmeas suínas em produção – revisão**. Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR, Umuarama, v. 14, n. 1, p. 65-71, jan./jun. 2011.

PADILHA, A. C. M.; NODARI, M.; FERNANDES. P. M. Análise do uso de água tratada na produção de suínos. **Revista AGROTEC**. v. 34, n. 1, p 50–60. 2013.

PALHARES. J. C. P. Manejo hídrico na produção de suínos. **EMBRAPA - Suínos e Aves**. 10 páginas. 2011.

PALHARES, J. C. P. **Qualidade da Água para Suínos e Aves: água com qualidade, significa produção e produtos com qualidade**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA: Suínos e Aves. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2005. Disponível em: [http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/publicacao\\_o8s52x0r.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_o8s52x0r.pdf). Acesso em: 09/11/2019.

PEREIRA.E.R.; PATERNIAN, J. E. S.; DEMARCHI, J. J .A. D. A. A Importância da Qualidade da Água de Dessedentação Animal. **BioEng**. Campinas, v.3 n.3, p.227-235. 2009.

RESOLUÇÃO CONAMA. **Resolução CONAMA N° 357, de 17 de Março de 2005**. Alterada Pelas Resoluções Conama N° 393/2007, N° 397/2008, N° 410/2009 e N° 430/2011. 36 páginas. 2005. Disponível em: [file:///C:/Users/Mariane/Downloads/res\\_conama\\_357\\_2005\\_classificacao\\_corpos\\_agua\\_rtfoda\\_altrd\\_res\\_393\\_2007\\_397\\_2008\\_410\\_2009\\_430\\_2011.pdf](file:///C:/Users/Mariane/Downloads/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfoda_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf). Acesso em: 09/11/2019.

SILVA, Rita de C. A. da; ARAÚJO, Tânia M de. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana, BA. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, São Paulo, v. 8, n. 4, p. 2-4, 2003.

SOUZA, J. C. P. V. B.; OLIVEIRA, P. A.; UTAVARES, J. M. R. P. B.; ZANUZZI, C. M.

D. S.; AMARAL, N. D.; SANTOS, M. A.; TREMEA, S. L.; ZIMMERMANN, L. A.; PIEKAS, F. Gestão da Água na Suinocultura. **EMBRAPA – Suínos e Aves**. Concórdia, SC. 36 páginas. 2016.

SCHERER, K.; GRANADA, C. E.; STÜLP, S.; SPEROTTO, R. A. Avaliação bacteriológica e físico-química de águas de irrigação, solo e alface (*Lactuca sativa* L.). **Rev. Ambient**. Água. Taubaté. v. 11. n. 3. 11 páginas. 2016.

## ANEXOS

### Anexo I- Formulário de coleta da amostra

Ficha de coleta		
Endereço coleta		
Dados da coleta		
Responsável:	Nº da amostra	
Data:	Hora:	
Tipo de coleta		
Bruta:	Coletada na Calha Parschal Coletada no Manancial Outros:	
Tratada		Fluoretada      Sim Não
Poço artesiano sim Não	Outro	
Condições do tempo: Nublado      Sol      chuva      chuva anterior		
Turbidez:	pH:	Temperatura ambiente:
Observações:		
Orientações gerais para coleta		
1-Lave muito bem as mãos e enxágue com álcool 70% antes de realizar a coleta. 2-Limpe muito bem a torneira com álcool 70% antes de realizar a coleta. 3-Siga as instruções fornecidas pelo laboratório e preencha a ficha de coleta		
Responsável pelo recebimento		

Variável	Categorias
A granja é atingida por poeira de estrada próxima	Sim Não
Forma da ração	Farelada Peletizada
Outros animais têm acesso à fábrica de	Sim Não tem fábrica de ração
Distribui dejetos a menos de 100m do ponto de captação de água	Sim Não
Número médio de animais por baia	Até 12 12-18 Mais de 18
Forma de venda dos animais	Lote inteiro Mantém os refugos
Duração da visita do técnico em minutos	Até 30 min Entre 30 e 60 min Mais de 60 min
Tipo de piso utilizado	Compacto Não compacto
Presença de equinos na granja	Sim Não
Os sacos de ração entram na granja	Sim Não
Dias de vazio sanitário	Menos de um dia Mais de um dia Não faz vazio
Transporte de animais	Caminhão próprio Frete
Limpeza do caminhão	Somente lavado Lavado e desinfetado
A água é tratada	Sim Não
Tempo do armazenamento do milho	Até 60 dias Mais de 60 dias Não armazena milho
Tipo de comedouro	Comedouro/bebedouro Com depósito de ração Mais de um modelo
Existem outros animais na granja	Sim Não
O caminhão só transporta animais dessa granja	Sim Não

# AVALIAÇÃO DO BEM ESTAR EM PEIXES ORNAMENTAIS PELA PERSPECTIVA DE CRIADORES NÃO COMERCIAIS

*Data de aceite: 01/08/2023*

### **Carlos Henrique do Nascimento**

Universidade Federal da Paraíba, Areia-  
PB  
<http://lattes.cnpq.br/6697949003021839>.

### **Djalma Fernandes de Souza Filho**

Universidade Federal do Rio Grande do  
Norte, Natal- RN  
<http://lattes.cnpq.br/9789344466460224>.

**RESUMO:** O objetivo deste estudo foi avaliar o bem-estar de peixes ornamentais, a partir das perspectivas de manejo de criadores não comerciais. A avaliação do estudo foi realizada por meio da aplicação de um questionário tipo *survey*, composto por treze questões. Dentre os que responderam, a maioria dos entrevistados (62,5%) cria até 05 peixes em seus aquários. No que se refere ao bem-estar animal, todos os participantes (100%) mostraram-se preocupados com a prática da criação animal. 68,75% dos entrevistados afirmaram que adquiriram os animais sem nenhuma orientação profissional. Podemos inferir que a criação desses animais pode estar ligada a uma prática de manejo inadequada, não proporcionando um bem-estar.

**PALAVRAS-CHAVE:** criadores de peixe,

manejo de peixes ornamentais, piscicultura, qualidade da água.

### EVALUATION OF WELL-BEING IN ORNAMENTAL FISH FROM THE PERSPECTIVE OF NON-COMMERCIAL BREEDERS

**ABSTRACT:** The aim of this study was to evaluate the welfare of ornamental fish from the management perspectives of non-commercial breeders. The evaluation of the study was carried out through the application of a survey-type questionnaire, composed of thirteen questions. Among those who responded, most respondents (62.5%) keep up to 05 fish in their aquariums. With regard to animal welfare, all participants (100%) were concerned about the practice of animal husbandry. 68.75% of respondents stated that they acquired the animals without any professional guidance. We can infer that the breeding of these animals may be linked to an inadequate management practice, not providing well-being.

**KEYWORDS:** fish breeders, ornamental fish management, pisciculture, water quality.

## INTRODUÇÃO

A criação de peixes ornamentais no Brasil tem se mostrado uma atividade de grande harmonia econômica e ambiental, impulsionando o setor da aquicultura ornamental e esperançosamente para a preservação da biodiversidade ecológica. A demanda por esses peixes, utilizada principalmente para embelezar aquários e lagos ornamentais, tem agradado significativamente tanto no mercado interno quanto no mercado internacional. Essa prática tem proporcionado oportunidades para empreendedores rurais e urbanos, ao mesmo tempo que se torna uma aliada na conservação de espécies nativas.

Segundo Oliveira e Freire (2017), a produção de peixes ornamentais no Brasil tem registrado crescimento expressivo nas últimas décadas, devido ao aumento da procura por animais exóticos e coloridos. De acordo com Gonçalves e Castro (2020), o Brasil possui uma rica biodiversidade de peixes, o que lhe confere potencial para se destacar na produção de espécies nativas, minimizando a pressão sobre a fauna silvestre e o tráfico de animais.

Nesse contexto, o desenvolvimento da aquicultura ornamental brasileira tem sido impulsionado por investimentos em tecnologia, pesquisa científica e incentivos concedidos para fomentar a produção sustentável. Conforme apontado por Carvalho e Carvalho (2019), a criação de peixes ornamentais tem se mostrado uma atividade de baixo impacto ambiental, quando revela a outras formas de aquicultura e pecuária, e pode desempenhar um papel importante na conservação de espécies ameaçadas de extinção.

No entanto, apesar dos avanços e das perspectivas positivas, ainda há desafios a serem enfrentados no setor da aquicultura ornamental no Brasil. Conforme destacado por Rocha et al. (2021), é necessário aprimorar as práticas de manejo e reprodução das espécies ornamentais, bem como estabelecer regulamentações e normas específicas para garantir o bem-estar dos animais e a sustentabilidade da atividade.

Uma outra questão muitas vezes negligenciada pelos criadores e produtores desses animais envolvem questões com o bem-estar desses animais, as preocupações que envolvem vêm se evidenciando com muito mais frequência, e uma das causas responsáveis por esse aumento é a conscientização da sociedade em relação a essa temática, buscando maiores condições de conforto para a criação e produção animal (BROOM; MOLENTO, 2004).

As relações de bem-estar começaram a ser discutida pelas produções de animais a partir das exigências da sociedade, todavia a criação visando o bem-estar ainda não é algo sempre presente. De início, a exigência do bem-estar se intensificava com os mamíferos, pois existe uma ligação maior e semelhança comportamental da sociedade com esses animais, o que é contraposto quando falamos de animais de sangue frio como peixes e répteis. Assim tem levantado questionamentos se esses animais são capazes de sentirem dor, se eles têm a capacidade cognitiva de associação com o meio que o rodeia. (BROOM;

FRASER, 2010).

Segundo Bonifácio (2019), para que se possa garantir o bem-estar animal se faz necessário estudos quanto a sciência dos peixes, para que os criadores de peixes ornamentais e de corte tenha conhecimento para auxiliar na garantia do bem-estar desses animais.

Há uma grande quantidade de estudos para manejo dos peixes ornamentais para a comercialização, entretanto estudos a respeito do manejo domiciliar para os peixes ornamentais são escassos. Sendo assim, o trabalho teve como objetivo avaliar o bem-estar de peixes ornamentais, a partir das perspectivas de manejo de criadores não comerciais.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A avaliação do estudo foi realizada através da aplicação de um questionário tipo *survey*, constituído de 13 perguntas, sendo todas as questões fechadas, divididas em duas ênfases, na qual, foi compartilhado de forma eletrônica. O questionário foi respondido por um total de 85 pessoas.

As respostas foram divididas em duas ênfases, sendo a primeira referente ao perfil do entrevistado (sexo, idade, renda e se cria peixes ornamentais), caso a resposta de criação fosse positiva, o entrevistado era direcionado para a segunda ênfase do trabalho, na qual constavam as perguntas sobre a criação dos animais (quantidade de peixes criados, preocupação com o bem-estar, orientação de aquisição, manejo alimentar e os parâmetros que avaliam a qualidade da água).

O questionário foi previamente testado através da aplicação para cinco entrevistados, realizadas com indivíduos com características similares aos da população em estudo, para avaliar o entendimento das questões. Para a análise das respostas, foram utilizadas ferramentas da análise estatística descritiva, através da qual foram mostrados os valores absolutos e percentuais obtidos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Com base nos resultados, 54,1% dos entrevistados eram do sexo feminino, com uma idade média entre 19 e 29 anos (71,8%). A renda dos entrevistados apresentou a maior proporção para aqueles que recebem até um salário-mínimo (63,5%) e quando questionados se criavam peixes ornamentais 18,8% responderam positivamente.

Entre os que responderam criar, a maior parte dos entrevistados (62,5%) criam até cinco peixes em seu aquário. A respeito do bem-estar animal, todos os participantes (100%) se mostraram preocupados sobre a prática de manejo com os animais.

68,75% dos entrevistados afirmaram adquirem os animais sem nenhuma orientação profissional, o que pode ocasionar a escolha de espécies inadequadas para criação em

um mesmo ambiente (aquário). Para inclusão de diferentes espécies no mesmo aquário deve-se considerar as exigências de pH, amônia, oxigênio dissolvido e temperatura da água das espécies. É fundamental mostrar aos proprietários de peixes ornamentais sobre as necessidades específicas das espécies que estão mantendo. Estudos como o de Riggio et al. (2016) destacam a importância da conscientização para melhorar a manutenção de peixes ornamentais em cativeiro.

Estudos como o de Martins et al. (2012) destacam a importância de um ambiente adequado para os peixes ornamentais, enfatizando que parâmetros como a qualidade da água, espaço, enriquecimento ambiental e compatibilidade entre espécies são cruciais para o bem-estar desses animais.

Sobre a qualidade da água disponibilizada para os animais, a prática de verificação do pH, amônia e oxigênio dos aquários, não é usual para 56,25% dos entrevistados, o que representa um desconhecimento da qualidade da água dos aquários para maioria dos entrevistados. 50% dos aquários apresentam bomba de oxigênio, a ausência da utilização da bomba de oxigênio somada a outros fatores pode ocasionar uma deficiência na quantidade de oxigênio dissolvido na água para os peixes com respiração branquial.

O pesquisador Wedemeyer (1996) ressalta que os peixes são sensíveis ao estresse, e condições experimentais em aquários podem resultar em problemas de saúde, tornando-os mais susceptíveis a doenças, imunes e outros distúrbios fisiológicos.

Visto a necessidade de limpeza e troca de água dos aquários, 43,75% realizam a prática da limpeza quinzenalmente, ou seja, a limpeza do aquário ocorria, em média, a cada 15 dias. Com relação à aclimação dos animais, 43,75% não realizam essa prática provocando uma alteração da temperatura da água dos animais sem uma adaptação, o que pode ocasionar problemas aos animais ou até mesmo a morte.

A falta de uma limpeza adequada em um aquário de peixes ornamentais pode levar a uma série de problemas que relaciona a qualidade da água e o bem-estar dos peixes. Os peixes excretam amônia como resultado do metabolismo, e essa substância tóxica deve ser transformada em nitrito e, subsequentemente, em nitrato por bactérias produzidas no combustível. Se a limpeza não for realizada regularmente, os níveis de amônia e nitrito podem aumentar, causando intoxicação e estresse nos peixes (TORT et al., 2003).

Sobre o manejo alimentar, 93,75% ofertam ração comercial para os animais e apenas 6,25% disponha de alimentos vivos. Todavia, 37,5% da alimentação ofertada era fornecida sem nenhum controle, a ração quando em excesso pode provocar um aumento da amônia na água, esse aumento pode chegar a níveis críticos, intoxicando e causando estresse aos animais (WU, 1995). Enquanto a baixa oferta da quantidade de ração pode estar ocasionando uma desnutrição nesses animais.

Outro ponto que quantidade em excesso de ração e a ausência de limpeza adequada pode levar é ao acúmulo de nutrientes, como fósforo, que favorecem o crescimento excessivo de algas no aquário. O crescimento descontrolado de algas pode prejudicar a

qualidade da água e competir por nutrientes, afetando a influência dos peixes (HEINRICHS et al., 2006). A má qualidade da água pode enfraquecer o sistema imunológico dos peixes, tornando-os mais suscetíveis a doenças e hospedeiros bacterianos e fúngicos (VATSOS et al., 2015).

## CONCLUSÃO

Visto as práticas de manejos descritos e a ausência de orientações na escolha da criação dos peixes ornamentais, podemos inferir que a criação desses animais pode estar ligada a uma prática de manejo inadequada, não proporcionando um bem-estar aos peixes, apesar que 100% dos entrevistados afirmam se preocupar com o bem-estar animal.

O bem-estar dos peixes ornamentais é de extrema importância, assim como o bem-estar de qualquer animal. Ao criá-los, em aquários ou tanques, estamos assumindo a responsabilidade de fornecer um ambiente adequado e saudável para atender às suas necessidades naturais. Além disso, garantir o bem-estar dos peixes ornamentais é fundamental para promover sua saúde e qualidade de vida, prevenindo o estresse, doenças e comportamentos anormais.

## REFERÊNCIAS

- BROOM, D. M.; FRASER, A. F. 2010. Comportamento e bem-estar de animais domésticos. Manole, 4. Ed. São Paulo.
- BROOM, D. M.; MOLENTO, C. F. M. 2004. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas – revisão. Archives of Veterinary Science, v. 9, n. 2, p. 1-11.
- CARVALHO, M. A. S. & Carvalho, ED 2019. Aquicultura ornamental: uma revisão bibliográfica. Ciências Agro-Ambientais, 4(3), 324-330.
- BONIFACIO, C. T. 2019. Comportamento e bem-estar de peixe beta (*Betta splendens*, Regan, 1910). Dissertação (M. Sc). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.
- GONÇALVES, J. E. & CASTRO, A. L. 2020. Potencial econômico da produção de peixes ornamentais no Brasil. Revista de Economia Agrícola. 11-27.
- HEINRICHS, M., ROSSO, M., & CALLIERI, C. 2006. Limitação de fósforo do crescimento bacteriano em lagos de alta altitude dos Alpes e Andes. Microbiologia Aplicada e Ambiental, 72(4), 2271-2278.
- MARTINS, C. I. M., et al. 2012. Indicadores comportamentais de bem-estar em peixes cultivados. Fish Physiology and Biochemistry, 38(1), 17-41.
- OLIVEIRA, J. E., & FREIRE, C. A. 2017. Panorama da aquicultura ornamental no Brasil. Boletim do Instituto de Pesca. 63-73.

RIGGIO, G., BROWN, C., & HUNTINGFORD, F. A. 2016. Manejo e monitoramento do bem estar dos animais aquáticos. In Melhorando a qualidade e segurança dos peixes cultivados (pp. 227-249). Editora Woodhead.

ROCHA, F. J. M., et al. 2021. Criação de peixes ornamentais: uma análise dos principais desafios e perspectivas no Brasil. *Ciência & Desenvolvimento*. 93-106.

TORT, L. et al. 2003. Toxicidade de amônia e nitrito em *Sparus aurata*: efeitos no estado geral de saúde. *Aquicultura*, 218(1-4), 207-218.

VATSOS, A. I., HENRY, M. A. e RODGER, H. D. 2015. Micobacteriose em peixes: uma visão geral com ênfase na patologia. *Journal of Fish Diseases*, 38(3), 191-208.

WEDEMEYER, G. A. 1996. *Fisiologia de peixes em sistemas de cultivo intensivo*. Chapman & Hall.

WU, R.S.S. 1995. The environmental impact of marine fish culture: Towards a sustainable future. *Marine Pollution Bulletin*, v.31, p.159-166.

**ARIADNA FARIA VIEIRA:** Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Mestre em Produção Vegetal pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Atualmente é docente do curso de Engenharia Agrônoma da Universidade Estadual do Piauí (UESPI). Possui experiência em Genética e Melhoramento de plantas e atua no desenvolvimento de pesquisas na área de melhoramento e fitotecnia.

**LEONARDO FRANÇA DA SILVA:** Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal De Minas. Mestre em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista -UNESP. Atualmente, é pesquisador de Doutorado em Engenharia Agrícola (Construções Rurais e Ambiência) pela Universidade Federal de Viçosa e membro colaborador do Núcleo de Pesquisa em Ambiência e Engenharia de Sistemas Agroindustriais - AMBIAGRO- UFV. Além de ser aluno de pós graduação lato sensu em Engenharia de Segurança do Trabalho, Engenharia de Produção. Possui experiência nas áreas de Engenharia agrícola, com ênfase em Engenharia de Construções Rurais, Desenvolvimento rural, Sustentabilidade em sistemas de produção (Agrícola / Animal), Segurança do trabalho e Ergonomia.

**VICTOR CRESPO DE OLIVEIRA:** Engenheiro Agrícola pela Universidade Federal de Lavras. Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa. É atualmente pesquisador de doutorado em Engenharia Agrícola na Universidade Estadual Paulista (UNESP). Possui experiência internacional no desenvolvimento de projetos científicos e atua diretamente no desenvolvimento de pesquisas na área de Construções Rurais e Ambiência.

**A**

Adubação 112, 115, 136, 151, 152, 154, 155, 158, 162, 163, 164

Agricultura familiar 70, 71, 77, 78, 106, 107, 117, 119, 120, 171, 173, 175, 176, 177, 178, 179

Agricultura orgânica 71, 112, 114, 119, 140

Água 6, 32, 41, 48, 49, 50, 51, 57, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 115, 116, 119, 122, 123, 124, 128, 152, 158, 164, 167, 175, 177, 204, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 232, 233, 235, 236, 237

Análise 1, 4, 5, 6, 11, 13, 17, 21, 28, 29, 50, 51, 53, 64, 68, 73, 78, 110, 118, 119, 120, 125, 129, 132, 140, 155, 162, 168, 169, 173, 215, 216, 217, 221, 223, 226, 227, 228, 229, 230, 235, 238

Análise físico-químicas 217

Antagonismo 79, 80, 82, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 100, 102, 104

Antracnosis 80, 82, 101

Aquaculture 181, 200

Artigos 30, 64, 67, 154, 155, 156, 159, 160, 161, 162

**B**

Bibliometria 154

**C**

Chlorophyll-A 201, 202, 203, 204

Coastal ecology 201, 202, 204

Coliformes 216, 217, 218, 219, 221, 223, 228, 229

Consumidor 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 66, 114, 178

Consumo 1, 3, 9, 12, 16, 158, 177, 180, 194, 197, 198, 216, 217, 218, 224, 226, 227, 228, 229, 230

Control biológico 79, 80, 81, 82, 100, 103

Crescimento mínimo 122, 129, 130, 131, 132, 134, 135, 136

**D**

Defesa vegetal 30, 34

Dengue 165, 166

Densidade de sementeira 46, 47, 48, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 57

Desenvolvimento rural 70, 72, 73, 78, 106, 108, 119, 239

Dose ótima do fertilizante 140

**E**

Emerita brasiliensis 201, 202, 203

**F**

Feeding 181

Fitotoxicidade 140

**G**

Glycine max 45, 47, 49

**H**

*Helianthus annuus* L. 1, 2, 3, 5, 6, 7

Hortelã rasteira 122

Horticultura 70, 71, 73, 118, 135, 151, 152

Hospedeiro 30, 31, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42

**I**

Índice demográfico 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27

Inseticida botânico 165

logurte 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16

Irrigação 46, 47, 48, 49, 52, 53, 54, 56, 57, 62, 63, 112, 115, 118, 230

**L**

*Lactuca sativa* 139, 140, 150, 151, 230

**M**

Macronutriente 154

Maranhão 8, 11, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29

Microbiologia 217, 219, 229, 237

Micropopagação 121, 122, 123, 124, 128, 137, 138

Microrganismos 10, 30, 32, 34, 35, 38, 40, 44, 80, 151, 169, 225, 226

**O**

Óleo de girassol 1, 2, 3, 5, 6, 7

**P**

Perfil da pecuária 19

Planta medicinal 121, 122

Políticas públicas 19, 20, 27, 106, 117, 119, 120, 172, 173, 178, 214

Production 1, 19, 58, 68, 70, 106, 141, 142, 145, 147, 148, 163, 181, 201, 204, 217

## **R**

Remote sensing 201, 202, 203, 204

Requeijão cremoso 8, 9, 11, 16

Resíduo agroindustrial 60

Resíduos agroindustriais 140

Resíduo sucroalcooleiro 60

Rótulo 9

Rural migração 171

## **S**

Saúde 8, 9, 10, 13, 15, 16, 44, 121, 123, 131, 135, 152, 165, 166, 216, 218, 219, 223, 224, 228, 229, 230, 236, 237, 238

Setor sucroenergético 60

Suinocultura 217, 218, 229, 230

## **T**

Types of culture 181

## **U**

Urbanização 171, 172

## **V**

Vinhoto 60

# CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Debates emblemáticos e situação perene 2

- 🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
- ✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
- 📷 @atenaeditora
- 📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)



# CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Debates emblemáticos e situação perene 2

- 🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
- ✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
- 📷 @atenaeditora
- 📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)



**Atena**  
Editora  
Ano 2023