

# O FUTURO DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

INOVAÇÕES E  
DESAFIOS 4



Ariadna Faria Vieira  
Leonardo França da Silva  
Fernanda Lamede Ferreira de Jesus  
(Organizadores)

Atena  
Editora  
Ano 2024

# O FUTURO DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

INOVAÇÕES E  
DESAFIOS 4



Ariadna Faria Vieira  
Leonardo França da Silva  
Fernanda Lamede Ferreira de Jesus  
(Organizadores)

**Atena**  
Editora  
Ano 2024

**Editora chefe**Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Ellen Andressa Kubisty

Luiza Alves Batista

Nataly Evilin Gayde

Thamires Camili Gayde

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2024 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2024 O autor

Copyright da edição © 2024 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelo autor.

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 da obra e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva do autor, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos ao autor, 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**

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

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

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

Profª Drª Ariadna Faria Vieira – Universidade Estadual do Piauí

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

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

Profª Drª Jessica Mansur Siqueira Crusoé – Universidade Federal de Viçosa

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 Alfnas

## O futuro das ciências agrárias: inovações e desafios 4

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Ariadna Faria Vieira  
Leonardo França da Silva  
Fernanda Lamede Ferreira de Jesus

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b>	
F996	<p>O futuro das ciências agrárias: inovações e desafios 4 / Organizadores Ariadna Faria Vieira, Leonardo França da Silva, Fernanda Lamede Ferreira de Jesus. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2024.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-3072-8 DOI: <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.728241311">https://doi.org/10.22533/at.ed.728241311</a></p> <p>1. Ciências agrárias. I. Vieira, Ariadna Faria (Organizadora). II. Silva, Leonardo França da (Organizador). III. Jesus, Fernanda Lamede Ferreira de (Organizadora). IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 630</p>
<b>Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166</b>	

## DECLARAÇÃO DO AUTOR

Para fins desta declaração, o termo 'autor' será utilizado de forma neutra, sem distinção de gênero ou número, salvo indicação em contrário. Da mesma forma, o termo 'obra' refere-se a qualquer versão ou formato da criação literária, incluindo, mas não se limitando a artigos, e-books, conteúdos on-line, acesso aberto, impressos e/ou comercializados, independentemente do número de títulos ou volumes. O autor desta obra: 1. Atesta não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação à obra publicada; 2. Declara que participou ativamente da elaboração da obra, 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 da obra para submissão; 3. Certifica que a obra publicada está completamente isenta de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirma a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhece ter informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autoriza 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 da obra publicada, 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. A editora pode disponibilizar a obra em seu site ou aplicativo, e o autor também pode fazê-lo por seus próprios meios. Este direito se aplica apenas nos casos em que a obra não estiver sendo comercializada por meio de livrarias, distribuidores ou plataformas parceiras. Quando a obra for comercializada, o repasse dos direitos autorais ao autor será de 30% do valor da capa de cada exemplar vendido; 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. Em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), a editora não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como quaisquer outros dados dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

A agronomia, como um campo da ciência voltado para a agricultura, tem uma grande importância para garantir a segurança alimentar em todo o mundo e promover o desenvolvimento sustentável. O livro digital “O Futuro das Ciências Agrárias: Inovações e Desafios 4” convida os leitores a aprender sobre a agricultura atual, examinando os princípios e técnicas que apoiam a criação de alimentos e a conservação dos recursos naturais. O trabalho aborda de forma ampla a evolução da agronomia e das tecnologias emergentes, enfatizando a capacidade do setor de se ajustar às rápidas mudanças.

Este material aborda tópicos recentes aliadas as práticas de produção sustentável e preservação ambiental. Cada seção guia o leitor a uma compreensão aprofundada dos métodos, teorias e desafios na área agrícola, sempre destacando as necessidades e avanços que influenciam o futuro.

A agricultura atual requer conhecimentos de diversas áreas, como zootecnia, biologia, engenharia, entre outras disciplinas. Este setor em constante evolução se aproveita de novidades frequentes que não só elevam a eficiência, mas também incentivam métodos mais ecológicos, diminuindo a utilização de recursos naturais e mantendo a qualidade do solo e da água.

Os profissionais na área de Ciências Agrárias são fundamentais para o avanço e adoção de métodos que garantam a produção em grande escala juntamente com a preservação do meio ambiente. Durante a leitura deste *e-book*, os leitores poderão explorar mais sobre como essas tecnologias afetam a segurança alimentar e a sustentabilidade do mundo.

Este livro celebra o empenho daqueles que se dedicam a promover o progresso na área da agronomia e a alimentar o mundo de maneira responsável e sustentável. Preparem-se para investigar as novas áreas das ciências agrícolas e para analisar as táticas essenciais para assegurar a sustentabilidade na agricultura, tanto agora como no futuro.

Desejamos a todos uma excelente leitura!

Ariadna Faria Vieira  
Leonardo França da Silva  
Fernanda Lamede Ferreira de Jesus

**CAPÍTULO 1 ..... 1****APLICAÇÃO DO AZUL DE METILENO NA MONITORIZAÇÃO DA POLUIÇÃO HÍDRICA NO RIO PRETO EM CONTRASTE COM MÉTODOS CONVENCIONAIS**

Camila Silveira Andrade  
 Pedro Augusto Batista Silva  
 Caline Patrícia da Silva Menezes  
 Eduardo Ceser Gomes Couto  
 Haley Vitor Saraiva Vieira  
 Débora Martins Silva  
 Mírian da Silva Costa Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7282413111>

**CAPÍTULO 2 ..... 11****OLERICULTURA SUSTENTÁVEL: UMA REVISÃO SOBRE A PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA DE HORTALIÇAS**

Eliane Pereira dos Santos  
 Lilian Conceição dos Santos  
 Adonias dos Santos Ramos  
 Iraildes Ribeiro Lopes  
 João dos Santos Barreto Júnior  
 Jonas Santos de Sousa  
 Viviane Peixoto Borges

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7282413112>

**CAPÍTULO 3 ..... 21****AMBIÊNCIA, BEM-ESTAR ANIMAL E COMPORTAMENTO DE SUÍNOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Flávia Luíza Heleno Silva  
 Leonardo França da Silva  
 Jessica Mansur Siqueira Crusóé  
 Carlos Henrique de Figueiredo Vasconcellos  
 Cândida Pollyanna Francisco Azevedo  
 Fernanda Lamede Ferreira de Jesus  
 Denis Medina Guedes  
 Larissa Santos Moreira  
 Victor Crespo de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7282413113>

**CAPÍTULO 4 ..... 37****AGROECOLOGIA NA FRUTICULTURA: PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS E DESAFIOS**

Brenno do Nascimento Pereira Silva  
 Rosana Andrade Bonfim  
 Edna Conceição da Silva  
 Angelo Simão Chagas Araujo  
 Sheila Assunção Matos  
 Dilson Sousa Nascimento

Viviane Peixoto Borges

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7282413114>

**CAPÍTULO 5 .....45**

**ANÁLISIS DE USO DE PLAGUICIDAS EN CULTIVO DE CAÑA**

Graciano Calva Calva

Octavio Gómez Guzman

José Manuel Carrión Jiménez

José Luis González Bucio

Joel Omar Yam Gamboa

Víctor Hugo Delgado Blas

Norma Palacios Ramírez

Walter Magaña Landero

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7282413115>

**CAPÍTULO 6 ..... 51**

**ZONEAMENTOS TERRITORIAIS DE ÁREAS FAVORÁVEIS À PRAGA QUARENTENÁRIA AUSENTE *Conogethes punctiferalis* CONSIDERANDO HOSPEDEIROS NO BRASIL**

Rafael Mingoti

Maria Conceição Peres Young Pessoa

Leonardo Massaharu Moriya

Pedro Luís Blasi de Toledo Piza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7282413116>

**CAPÍTULO 7 .....64**

**BRECHA TECNOLÓGICA E INDICADORES PRODUCTIVOS Y PROPUESTA DE COMPONENTES TECNICOS EN EL SISTEMA VACA-BECERRO EN AGOSTADEROS DE SIERRA MOJADA Y OCAMPO, COAHUILA. MEXICO**

Pedro Hernández Rojas

Mauricio Velázquez Martínez

David Castillo Quiróz

Ruben Darío Garza Cedillo

Dagoberto Flores Marín

Carlos Ríos Quiroz

Macotulio Soto Hernández

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7282413117>

**CAPÍTULO 8 .....77**

**MEDIDAS PREVENTIVAS E OPERACIONAIS PARA EVITAR OBSTRUÇÕES DE TUBULAÇÕES E EMISSORES DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO E FERTIRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO OU MICROASPERSÃO EM ÁGUAS CONTENDO AGENTES DE NATUREZA FÍSICA, QUÍMICA E BIOLÓGICA**

Jose Crispiniano Feitosa Filho

Guttemberg da Silva Silvino

José Maria Pinto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7282413118>

**SOBRE OS ORGANIZADORES .....96**  
**ÍNDICE REMISSIVO .....97**

## APLICAÇÃO DO AZUL DE METILENO NA MONITORIZAÇÃO DA POLUIÇÃO HÍDRICA NO RIO PRETO EM CONTRASTE COM MÉTODOS CONVENCIONAIS

*Data de submissão: 08/10/2024*

*Data de aceite: 01/11/2024*

### **Camila Silveira Andrade**

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

### **Pedro Augusto Batista Silva**

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

### **Caline Patrícia da Silva Menezes**

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

### **Eduardo Ceser Gomes Couto**

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

### **Haley Vitor Saraiva Vieira**

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

### **Débora Martins Silva**

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

### **Mírian da Silva Costa Pereira**

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi analisar a água do Rio Preto, no município de Unaí/MG, usando a técnica do azul de metileno (AM) em comparação com métodos usuais. Para cada ponto de coleta adotou-se uma metodologia baseada na análise da qualidade de água com a técnica do AM em comparação com métodos usuais: temperatura, pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica. A técnica AM relata que a decomposição anaeróbia da matéria orgânica é realizada através de processos de redução. A partir das análises realizadas com o AM, observou-se a relação entre o grau e o tempo de descoloração da água, que representa o índice de contaminação da água. As colorações das amostras mantiveram-se inalteradas após 120 horas de observação, indicando que as amostras encontram-se adequadas para a utilização.

**PALAVRAS-CHAVE:** Contaminação, poluição hídrica, qualidade da água.

APPLICATION OF METHYLENE BLUE IN THE MONITORING OF WATER POLLUTION IN THE PRETO RIVER IN CONTRAST WITH CONVENTIONAL METHODS

**ABSTRACT:** The objective of this work was

to analyze the water of the Rio Preto, in the municipality of Unai/MG, using the methylene blue (AM) technique in comparison with usual methods. For each collection point, a methodology was adopted based on the analysis of water quality with the AM technique in comparison with usual methods: temperature, pH, dissolved oxygen and electrical conductivity. The AM technique reports that the anaerobic decomposition of organic matter is carried out through reduction processes. From the analyzes carried out with AM, the relationship between the degree and time of water discoloration was observed, which represents the water contamination index. The color of the samples remained unchanged after 120 hours of observation, indicating that the samples are suitable for use.

**KEYWORDS:** Contamination, water pollution, water quality.

## 1 | INTRODUÇÃO

A água é essencial para a vida, sendo um recurso natural indispensável para os seres vivos (BACCI; PATACA, 2008; BRASIL, 2018; RIDDER VIEIRA; COSTA; BARRÊTO, 2006; SILVA *et al.*, 2019). É fundamental para a existência e manutenção da vida e, para isso, deve estar presente no ambiente em quantidade e qualidade apropriadas (BRAGA *et al.*, 2005). A água é responsável pelo transporte de nutrientes em nosso organismo, representa valores sociais e culturais, além de ser utilizada como fator de produção para vários bens de consumo final.

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA) com relação à quantidade total de água disponível no planeta, apenas 97,5% da mesma não é apropriada para consumo ou para atividades industriais e agrícolas. Desse percentual, 2,5% são águas congeladas na Antártica, no Ártico e em geleiras. Portanto, apenas 0,5% da quantidade de água doce está disponível para os seres humanos. Os rios são as principais fontes de água potável do planeta e indispensáveis para a sobrevivência dos seres vivos (AL-ABOODI; ABBAS; IBRAHIM, 2018).

Seus benefícios englobam uma variedade de aspectos, desde a manutenção de um ecossistema saudável até o apoio às atividades humanas e industriais. A compreensão desses benefícios é essencial para o papel que a água desempenha em nossa biosfera. Mas, apesar desses benefícios, o ser humano, através de suas atividades econômicas e industriais, altera de maneira drástica a quantidade e, principalmente, a qualidade da água presente no planeta Terra (ANDRADE; PEREIRA, 2023).

A crescente urbanização, industrialização e mudanças climáticas têm exercido uma pressão significativa sobre os sistemas de abastecimento de água, na qual resulta em desafios complexos relacionados à sua qualidade. A qualidade dos recursos hídricos depende tanto do poder público quanto da sociedade, no sentido de valorizar, preservar e conservar estes recursos (COSTA *et al.*, 2012; VENANCIO *et al.*, 2015). Dessa forma, não só a água disponível no planeta, mas também a qualidade da mesma torna-se uma questão de preocupação crescente no cenário global, uma vez que a disponibilidade de água potável e saudável é fundamental para a sobrevivência de ecossistemas e comunidades humanas.

Os maiores desafios encarados pelos seres humanos no decorrer de sua evolução histórica e social, sempre requerem o uso crescente de água de boa qualidade. O aumento no consumo de água, seu desperdício, contaminação, poluição e a consequente alteração de sua qualidade, é equivalente ao crescimento populacional, principalmente no meio urbano, onde há grande saturação demográfica, gerando impactos gradativamente maiores ao meio hídrico (BATALHA, 1980). Desse modo, tornam-se necessários conhecimentos apropriados das potencialidades de autodepuração dos recursos hídricos e a adequada conservação dos mananciais, estabelecendo-se um austero controle a respeito da qualidade e quantidade da água, assegurando o abastecimento da humanidade e dos demais seres vivos para suas necessidades básicas (BATALHA; PARLATORRE, 1997).

O lançamento de resíduos líquidos e sólidos em rios, lagos e represas, a destruição das áreas alagadas e da mata ciliar é uma das formas de maior poluição das águas, na qual causa grande deterioração e altas perdas em quantidade e qualidade da água. O dispêndio do tratamento de água para abastecimento público e a recuperação de águas superficiais são altos, o que salienta a importância da preservação e cuidados sobre os métodos de uso, tanto da própria água como também dos recursos naturais em geral (TUNDISI, 2003).

A coleta e análise de amostras de água em rios é um processo fundamental para monitorar a qualidade da água, estudar ecossistemas aquáticos e avaliar potenciais impactos ambientais. Por isso, é imprescindível levar em consideração os programas de monitoramento dos sistemas hídricos devido a necessidade de determinar os valores relacionados à contaminação e a qualidade da água para o uso em diferentes atividades.

Entretanto, a utilização de produtos para a determinação de contaminantes, por vezes, possui alto custo. Dessa forma, o uso do Azul de Metileno (AM) tem se mostrado eficaz e mais acessível. O Azul de Metileno atua como agente redutor através da decomposição anaeróbica de substâncias orgânicas, perdendo sua coloração e, assim, indicando o grau de poluição por matéria orgânica dos corpos de água em estudo (TROPPEMAIR, 1988).

A pesquisa sobre o AM e sua capacidade de agir como indicador da qualidade hídrica em rios e córregos no que se refere à poluição por material orgânico se desenvolveu através da observação dos elementos e a experimentação, deve oferecer confiabilidade aos resultados (MONTEIRO; VIADANA, 2009). Este trabalho tem como objetivo analisar a água do Rio Preto utilizando a técnica do azul de metileno em comparação com métodos usuais como temperatura, pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica.

## **2 | METODOLOGIA CIENTÍFICA**

### **2.1 Pontos de coleta**

As amostras foram coletadas em três lugares diferentes do Rio Preto em Unai/MG, cada um deles representa um ponto específico de análise. Os critérios para seleção incluíram locais de abastecimento de água, áreas com atividades agropecuárias em curso

e regiões frequentadas por nadadores, pescadores e animais que fazem uso direto da água. Essa seleção se baseia na premissa de que esses locais são expostos a diferentes níveis de contaminação ou alterações na qualidade da água devido às atividades humanas e à interação com a população local.

## **2.2 Coleta e avaliação das amostras *in loco***

Em cada ponto de coleta, foram obtidos volumes de 1000 mL de amostra de água, os quais foram transferidos para recipientes de plástico previamente autoclavados. Após as coletas efetuadas *in loco*, a temperatura, o pH e o oxigênio dissolvido, utilizando medidores portáteis ou multiparâmetros, foram determinados tomando-se alíquotas separadas das amostras enviadas para o laboratório. Os equipamentos estavam devidamente calibrados com as respectivas soluções padrões. Os parâmetros foram avaliados respeitando-se os valores adequados para a preservação das amostras e o tempo limite para cada análise.

## **2.3 Temperatura**

A temperatura da água é medida pela intensidade de calor através de um termômetro, a mesma exerce uma influência direta sobre os organismos aquáticos e nos demais parâmetros analisados. Cada amostra, alocada em um béquer de 250 mL, foi submetida à medição até a estabilização. A leitura foi efetuada com o bulbo do termômetro ainda dentro da água para não haver possíveis interferências.

## **2.4 Oxigênio dissolvido (OD)**

A análise do oxigênio dissolvido (OD) é um importante teste a ser realizado tanto em águas poluídas quanto para águas sob processo de tratamento. Para esta avaliação utilizou-se o medidor Instrutherm MO-900. Após a ativação do dispositivo, uma sonda destinada à leitura do OD foi inserida na amostra. O aparelho registra um período de 30 segundos e o resultado é apresentado no visor, expresso em unidades de mg/mL.

## **2.5 Azul de metileno**

Cada amostra de água foi colocada em uma proveta dosando exatos 50 mL e adicionou-se 0,3 mL do azul de metileno. A solução foi preparada mediante a dissolução de 1 grama de azul de metileno em 100 mL de água destilada. Para preservar as condições anaeróbicas, cada amostra foi vedada com papel filme, a fim de evitar a entrada de oxigênio e minimizar influências externas nos resultados.

As amostras foram armazenadas em uma caixa ao abrigo da luz e observadas em

intervalos regulares de 24 horas, durante um período de 120 horas (5 dias), para monitorar a coloração da água.

## 2.6 Potencial hidrogeniônico (pH) e Condutividade elétrica

A medida do potencial hidrogeniônico (pH) foi feita utilizando o medidor de pH e a condutividade elétrica foi feita através de um condutivímetro digital, embora também possa ser realizada por um multímetro.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos a partir da análise das amostras de água coletadas no Rio Preto utilizando a técnica do azul de metileno (AM) foram comparados com métodos usuais. As análises físico-químicas realizadas ao longo do trabalho compreenderam a mensuração da temperatura, do pH, do oxigênio dissolvido, da condutividade elétrica e da avaliação do azul de metileno.

No dia 17 de abril de 2023, a primeira coleta de amostras de água foi realizada no Ribeirão do Brejo, entre 08h21 e 09h30. Após as coletas das amostras, as alíquotas foram homogeneizadas junto ao azul de metileno (Figura 1 A) e submetidas à análise durante o período de tempo delineado na metodologia.

Observe-se que não houve alteração na coloração azul do padrão após 120 horas de conservação e armazenamento protegido da luz (Figura 1B). A primeira imagem retrata a amostra de água ainda antes da adição do azul de metileno. Após o período de avaliação de 120 horas, a coloração permaneceu inalterada, fazendo com que o azul de metileno não sofresse instabilidade anaeróbica devido à presença de matéria orgânica. Este achado sugere que, sob as condições do experimento, o azul de metileno não foi sujeito a processos de manipulação anaeróbica, contribuindo para a compreensão da estabilidade da solução de azul de metileno utilizada na análise das amostras de água.

Esse fato é comprovado por Monteiro e Viadana (2009) ao relatarem que, caso a coloração da amostra permaneça inalterada após 120 horas, significa que a água encontra-se limpa, logo está livre do excesso de material orgânico que possa vir a gerar a eutrofização do curso d'água que está sendo analisado.

Contudo, desde o primeiro momento da amostra, contendo o azul de metileno, notou-se que a tonalidade do azul estava um pouco mais clara comparado a outros estudos. Diante disso, foi constatado que a proveta teve um impacto substancial na alteração da coloração. Verificou-se que o material de vidro utilizado na prova possibilitou uma maior passagem de luminosidade em relação às seringas de plásticos utilizadas por Monteiro e Viadana (2009) em sua pesquisa. Entretanto, as provetas de vidro permitem uma visualização mais clara e límpida do material analisado.

Conseqüentemente, para o presente experimento, o padrão de cor azul apresentou uma tonalidade mais suave do que a apresentada convencionalmente (Figura 1B). Este aspecto deve ser devidamente considerado em todas as análises realizadas neste estudo.



Figura 1 - Amostras da primeira coleta realizada em afluente do Rio Preto.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na análise das amostras de água do segundo ponto de coleta, situado próximo à Pedra do Urubu, conforme citado na metodologia, a coleta ocorreu no dia 19 de junho de 2023, entre 07h45 e 08h20. Os resultados da coloração utilizando o azul de metileno revelaram que as amostras permaneceram, ao longo das 120 horas, com a coloração semelhante à apresentada na Figura 1 B. Esses resultados indicam que a água submetida à análise não manifestou indícios de contaminação ou poluição substanciais.

Estes achados enfatizam a importância de considerar não somente os valores qualitativos resultantes das análises, mas também avaliar as consequências globais. Além disso, aspectos com a seleção estratégica dos pontos de coleta, as características de poluição da água, a diversidade do ambiente e suas possíveis fontes de contaminação, os horários de coleta e as condições climáticas, emergem como fatores cruciais a serem contemplados. Esses aspectos informam de forma coletiva a compreensão integral da qualidade da água e das suas variabilidades no ambiente em análise.

O terceiro ponto de coleta, localizado próximo à ponte Abdon da Silva Salgado, foi avaliado no mesmo dia do segundo ponto de coleta, ocorrido entre 08h27 e 09h30. Nesse local constatou-se a presença mais acentuada de poluição hídrica em comparação aos pontos de coleta anteriores. Após realização da coleta, observou-se que a água do rio exibiu uma tonalidade mais escura e maior quantidade de impurezas visíveis. Contudo, mesmo diante dessas características, a coloração da amostra permaneceu inalterada em relação ao reagente utilizado.

Com a finalidade de avaliar a eficiência da técnica do azul de metileno, foram

analisados outros parâmetros (Tabela 1), *in loco*, a temperatura e o oxigênio dissolvido, enquanto em laboratório, o pH e a condutividade elétrica.

Parâmetros analisados	Unidades de medida	Amostras		
		1ª Coleta	2ª Coleta	3ª Coleta
Temperatura	°C	24,3	22,1	23,1
pH	-	6,09	5,97	5,99
Oxigênio dissolvido	mg/L	18,7	19,5	17,3
Condutividade elétrica	µS/cm	57,85	53,86	53,22

Tabela 1 - Parâmetros físico-químicos de amostras de água coletadas no Rio Preto, Unai/MG.

Fonte: Elaborado pelos autores.

No primeiro ponto de coleta a temperatura registrada foi ligeiramente superior, atingindo 24,3 °C. No entanto, tal valor permanece dentro das normativas estabelecidas. De acordo com Bryant (1977), a temperatura média da superfície terrestre é de aproximadamente 15°C, a exceção desse parâmetro ocorre devido a processos geotérmicos, portanto as águas superficiais não apresentam temperaturas superiores a 35-40 °C. As medições do ponto de coleta 2 e 3 indicaram temperaturas de 22,1 °C e 23,1 °C, respectivamente. Esses resultados se alinham às condições térmicas da região, sem demonstrar variações significativas.

Conforme Von Sperling (2005), a temperatura da superfície é influenciada por múltiplos fatores, como a estação do ano, circulação do ar, período do dia, cobertura de nuvens, profundidade do corpo d'água, vazão, latitude e altitude. Portanto, embora o município de Unai seja caracterizado por temperaturas elevadas, o período de coleta coincidiu com a estação de outono, caracterizada por temperaturas mais amenas. Por isso, a escolha de horários de coleta durante períodos de menor temperatura, conforme mencionado na metodologia, contribuiu para a obtenção de leituras com maior precisão.

De acordo com a Tabela 1 os valores de oxigênio dissolvido nos três pontos de coleta permanecem dentro dos padrões para águas doces superficiais de classe I. De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 o OD deve se manter acima de 6 mg/L e acima de 5 mg/L para águas de classe II. As águas doces, salobras e salinas do território nacional brasileiro são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos, em treze classes diferentes. As águas de classe I podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado, além de ser utilizada para irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas. Águas de classe II se enquadram em águas de contato primário com pessoas, tais como natação, esqui aquático, mergulho e também atividades de pesca.

Isso significa que, ambientes pobres em oxigênio e ricos em matéria orgânica são propensos à proliferação de microrganismos anaeróbios (COSTA *et al*, 2003). Dessa forma,

há possibilidade desses ambientes abrigarem comunidades de vida aquática que incluem organismos como peixes, invertebrados, bactérias, plantas e outros componentes do ecossistema.

O pH registrado no primeiro ponto de coleta (pH = 6,09) ocorreu dentro dos parâmetros estabelecidos para águas doces superficiais das classes 1 e 2, conforme indicado na Resolução CONAMA 357/2005. Nesta resolução está previsto que o pH deve se manter dentro da faixa entre 6 e 9. No entanto, houve uma pequena redução no nível do pH se compararmos o primeiro ponto de coleta com o segundo e o terceiro, resultando em valores de pH de 5,97 e 5,99, respectivamente. Esses resultados podem ser considerados como possíveis fatores contribuintes para a análise final das amostras.

A influência do pH sobre os ecossistemas naturais se dá diretamente através de efeitos sobre os organismos de diversas espécies e indiretamente porque ele influi sobre a precipitação dos metais, define a razão entre várias formas de íons como os de carbonato e influi sobre a solubilidade de nutrientes (CETESB, 2009).

Os níveis de condutividade elétrica nos três pontos de coleta mantiveram-se dentro dos limites permitidos. Conforme apresentado pela CETESB (2009), águas doces superficiais com condutividade acima de 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  podem ser suspeitas de estarem contaminadas.

#### **4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os parâmetros de qualidade hídrica demonstram que as condições da água do Rio Preto estão dentro dos valores estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº 357 para águas doces. Assim como as análises com o corante azul de metileno, confirmam que não apresentaram nenhum grau de descoloração do azul de metileno nas amostras, ou seja, as mesmas encontram-se livres de poluição.

A presente técnica se mostra aplicável a unidades de abastecimento de água e saneamento de variados municípios, bem como a entidades governamentais e empresas atuantes no âmbito ambiental. Isso se deve à praticidade na avaliação da qualidade hídrica dos rios utilizando a técnica com o corante azul de metileno. O baixo custo também permite que essa técnica seja utilizada repetidas vezes abrangendo diferentes pontos de coleta, especialmente em áreas suscetíveis a elevados níveis de contaminação e poluição da água.

Com base nos resultados obtidos através das análises realizadas nos pontos de coleta do Rio Preto e em seus afluentes, o emprego do método utilizando o azul de metileno visa a melhoria do meio ambiente, principalmente por ser uma forma de determinação prática e rápida para detectar a poluição em rios, córregos e lagos.

Além disso, esta pesquisa contribui para beneficiar a comunidade do município de Unai/MG, dado seu potencial em proporcionar certo grau de tranquilidade à população,

pois as regiões próximas aos pontos de coleta e análise da água do rio mantêm uma qualidade satisfatória e estão isentas de contaminação significativa.

Contudo, é necessário realizar análises mais detalhadas na água do Rio Preto porque os resultados apontam para uma diminuição do pH nos pontos de coleta 2 e 3, possivelmente associada à presença da precipitação de metais na água. Portanto, há necessidade de uma investigação mais detalhada a fim de esclarecer e verificar a influência desses elementos que demandam análises mais minuciosas e específicas para a validação desses indícios.

## AGRADECIMENTOS

À Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PRPPG) da UFVJM pela concessão de bolsa através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/UFVJM) e ao Serviço Municipal de Saneamento Básico (SAAE).

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA - ANA. **Conjuntura de recursos hídricos no Brasil**. Brasília. 2019.

AL-ABOODI, A. H.; ABBAS, S. A., & IBRAHIM, H. T. Effect of Hartha and Najibia power plants on water quality indices of Shatt Al-Arab River, south of Iraq. **Applied Water Science**, 8 (2), p. 1-10. 2018.

ANDRADE, C. S.; PEREIRA, M. S. C. **Análise da água de efluente do Rio Preto usando a técnica azul de metileno em comparação com métodos usuais**. I InovaAgroFlorestal. Diamantina-MG. 2023.

BACCI, D. D. L. C., & PATACA, E. M. Educação para a água. **Estudos avançados**, 22, p. 211-226. 2008.

BATALHA, B. L. **A dispersão ambiental das substâncias químicas**. São Paulo: Cetesb, 1980.

BATALHA, B. L. e PARLATORRE, A. C. **Controle da qualidade da água para consumo humano: bases conceituais e operacionais**. São Paulo: Cetesb, 1977.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; BARROS, M. T.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S., **Introdução à Engenharia Ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF. 2011.

BRASIL. **Qualidade da Água para Consumo Humano cartilha para promoção e proteção da saúde**. 2018.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 24º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2018**. Brasília: SNS/MDR. 180 p.: il. 2019.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo, p. 1-43, 2009.

COSTA, A. F. S.; TEIXEIRA, C. M.; SILVA, C. S.; NASCIMENTO, J. A.; OLIVEIRA, M. M.; OLIVEIRA Q. Y. & DE JESUS SILVA, M. Recursos hídricos. **Caderno de Graduação Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-SERGIPE**, 1(1), pag. 67-73. 2012.

COSTA, S.M.F. **Eficiência de Wetlands construídos com dez dias de detenção hidráulica na remoção de colifagos e bacteriófagos**. Revista de biologia e ciência da terra. 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Saneamento Básico: Aspectos gerais da gestão da política de saneamento básico 2017**. Rio de Janeiro: IBGE. ISBN 978-85-240-4467-0. 2018.

MONTEIRO, A. B.; VIADANA, A. G. **ANÁLISE DE POLUIÇÃO DA ÁGUA: A técnica do Azul de Metileno**. 2009.

**RESOLUÇÃO CONAMA. n° 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 2005.

RIDDER VIEIRA, A.; COSTA, L.; & BARRÊTO, S. R. **Água para Todos: Livro das Águas**. 2006.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE MINAS). **Diagnóstico do município de Unai**. Belo Horizonte: Sebrae Minas, 1999.

SILVA, A. B.; SILVA, J. D. C.; DE MELO, B. F.; DO NASCIMENTO, R. F.; DUARTE, J. D. S.; & DA SILVA FILHO, E. D. Análise microbiológica da água de bebedouros nas escolas públicas da cidade de Esperança/PB. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, 6 (1). 2019.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3ª Edição. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Editora da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte, 2005.

TROPMAIR, H. **Metodologias simples para pesquisar o Meio Ambiente**. Rio Claro: Edição do Autor. 1988.

TUNDISI, J.G. **Água no século XX: enfrentando a escassez**. 2.ed. São Carlos: Rima. 2003.

VENANCIO, D., SANTOS, R., CASSARO, S., & PIERRO, P. A crise hídrica e sua contextualização mundial. **Enciclopédia Biosfera**. 2015.

# OLERICULTURA SUSTENTÁVEL: UMA REVISÃO SOBRE A PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA DE HORTALIÇAS

---

*Data de submissão: 08/10/2024*

*Data de aceite: 01/11/2024*

### **Eliane Pereira dos Santos**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano-Campus Valença  
Cruz das Almas – Bahia  
<http://lattes.cnpq.br/1318418664728735>

### **Lilian Conceição dos Santos**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano-Campus Valença  
Valença – Bahia  
<http://lattes.cnpq.br/0468511074034834>

### **Adonias dos Santos Ramos**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano-Campus Valença  
Valença – Bahia  
<http://lattes.cnpq.br/4651391608611283>

### **Iraíldes Ribeiro Lopes**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano-Campus Valença  
Valença – Bahia  
<http://lattes.cnpq.br/0723729326647174>

### **João dos Santos Barreto Júnior**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano-Campus Valença  
Valença – Bahia  
<https://lattes.cnpq.br/8911446730902352>

### **Jonas Santos de Sousa**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano-Campus Valença  
Valença – Bahia  
<http://lattes.cnpq.br/2511251402081509>

### **Viviane Peixoto Borges**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano-Campus Valença  
Cruz das Almas - Bahia  
<http://lattes.cnpq.br/2250955040595931>

**RESUMO:** O objetivo deste artigo é fazer uma revisão sobre a produção agroecológica de hortaliças, prática que integra princípios ecológicos e sociais à agricultura, promovendo sistemas alimentares justos e ecologicamente saudáveis. Essa prática combina conhecimentos tradicionais e científicos para desenvolver estratégias agrícolas sustentáveis, capacitando comunidades a interagir de forma harmônica com o meio ambiente. Os princípios fundamentais incluem a valorização da biodiversidade, cocriação de conhecimento, e governança responsável, sendo essenciais para a segurança alimentar. Na olericultura, a agroecologia se destaca ao promover técnicas sustentáveis,

como rotação de culturas e compostagem, que melhoram a qualidade do solo e minimizam a dependência de insumos externos. Estudos demonstram que hortaliças cultivadas de forma agroecológica apresentam menor contaminação por patógenos e maior resistência a pragas. O manejo agroecológico também favorece o controle de pragas e doenças por meio de métodos naturais, como o uso de plantas companheiras e caldas fitoprotetoras, que não prejudicam a saúde humana ou ambiental. No Brasil, a produção agroecológica de hortaliças tem crescido, impulsionada por políticas públicas que incentivam práticas sustentáveis e valorizam a agricultura familiar. Essa abordagem não só melhora a qualidade dos alimentos, mas também fortalece redes de comercialização locais, promovendo a resiliência das comunidades rurais. Em síntese, a agroecologia na olericultura é uma alternativa viável para os desafios contemporâneos da agricultura, oferecendo benefícios sociais, econômicos e ambientais. Incentivar essa prática é crucial para garantir um futuro sustentável e justo, valorizando a biodiversidade e promovendo a saúde do solo e das comunidades.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agricultura familiar, rotação de culturas, segurança alimentar.

## SUSTAINABLE OLERICULTURE: A REVIEW OF AGROECOLOGICAL VEGETABLE PRODUCTION

**ABSTRACT:** The main objective of this article is to review the agroecological production of vegetables, a practice that integrates ecological and social principles into agriculture, promoting fair and ecologically sound food systems. The main principles of agroecology include the appreciation of biodiversity, co-creation of knowledge, and responsible governance, which are fundamental for food security. In olericulture, agroecology stands out for its use of sustainable techniques, such as crop rotation and composting, which enhance soil quality and reduce dependence on external inputs. Research shows that vegetables grown agroecologically have lower contamination by pathogens and greater resistance to pests. Furthermore, agroecological management employs natural methods for pest and disease control, such as companion plants and plant protectant solutions, which do not harm human or environmental health. In Brazil, the agroecological production of vegetables is on the rise, driven by public policies that encourage sustainable practices and value family farming. This approach not only improves food quality but also strengthens local marketing networks, promoting the resilience of rural communities. In summary, agroecology in horticulture is a viable alternative to address contemporary agricultural challenges, providing social, economic, and environmental benefits. Encouraging this practice is essential to ensure a sustainable and just future, valuing biodiversity and promoting the health of soil and communities.

**KEYWORDS:** Family farming, crop rotation, food security.

## 1 | INTRODUÇÃO

A agroecologia é uma abordagem sustentável que integra princípios ecológicos e sociais à agricultura, promovendo sistemas alimentares justos, equilibrados e ecologicamente saudáveis. Segundo Altieri (2004), essa abordagem visa unir princípios agrônômicos, ecológicos e socioeconômicos, proporcionando uma compreensão mais

ampla dos impactos das tecnologias tanto nos sistemas agrícolas quanto na sociedade.

Caporal e Azevedo (2011), destacam que a agroecologia combina o conhecimento tradicional dos agricultores com diversas ciências, permitindo uma análise crítica do modelo agrícola atual e o desenvolvimento de estratégias mais sustentáveis por meio de uma abordagem interdisciplinar.

De forma geral, a agroecologia desempenha um papel transformador no desenvolvimento rural sustentável, promovendo um ciclo virtuoso e capacitando as pessoas a trabalharem de maneira harmônica e ecológica com o meio ambiente. Para atingir esses objetivos, alguns princípios devem ser seguidos para melhorar a relação entre homem e meio ambiente.

De acordo com a FAO (2021), os princípios que podem transformar o ambiente incluem: biodiversidade e resiliência, cocriação e compartilhamento de conhecimentos, valores sociais e humanos, cultura e tradição alimentar, e governança responsável. No contexto da cultura e tradição alimentar, a segurança alimentar é essencial para a saúde humana, e a aplicação desses princípios é integrada em programas governamentais.

Segundo o SENAR (2021), o abastecimento alimentar escolar é promovido via aquisição de alimentos da agricultura familiar, por meio do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA). Esse programa fortalece os circuitos locais e regionais e as redes de comercialização, destacando a valorização da biodiversidade e da produção agroecológica de alimentos.

A produção agroecológica de hortaliças utiliza técnicas sustentáveis que visam o equilíbrio do sistema produtivo. Essas práticas seguem os princípios agroecológicos, buscando minimizar o uso de insumos externos e promover uma produção harmoniosa, sustentável e respeitosa com o meio ambiente. Entre as estratégias benéficas estão a rotação de culturas, o uso de compostagens para melhorar a qualidade do solo e o controle biológico com insetos.

A olericultura é uma das principais práticas da agricultura agroecológica, caracterizando-se pelo uso racional ou eliminação de produtos agrícolas químicos, preferindo métodos de controle natural para possibilitar a produção de alimentos saudáveis em escala comercial (FILGUEIRA, 2000). O avanço agroecológico na olericultura tem se consolidado como uma estratégia crucial para tornar a produção de alimentos mais sustentável e resiliente.

O Brasil tem mostrado um crescimento no número de projetos e iniciativas inovadoras para a agroecologia, especialmente para a olericultura sustentável. Existem políticas públicas que apoiam a agroecologia, como programas de fomento e incentivos para práticas sustentáveis. Tanto no cenário global quanto no brasileiro, a agroecologia na olericultura representa uma abordagem promissora para um futuro mais sustentável. A evolução contínua das práticas e o suporte adequado podem ampliar ainda mais os benefícios e enfrentar os desafios associados. Segundo Perez-Cassarino (2012), é por conta

de sua racionalidade e suas características culturais, ambientais, sociais e econômicas que a agroecologia vem se popularizando, distanciando-se do modelo convencional.

## 2 | MANEJO AGROECOLÓGICO NA OLERICULTURA

O cuidado com o solo é considerado um dos princípios da Agroecologia junto com a água e agrobiodiversidade. O ambiente é fragilizado quando um desses componentes entra em desarmonia, o que acaba interferindo no modo de vida das comunidades. Devido esta importância é fundamental priorizar a manutenção da saúde do solo (ALCÂNTARA, 2017). Para melhorar a fertilidade sistemas agroecológicos são difundidos processos baseados no aumento da matéria orgânica no solo e na reciclagem de nutrientes através de práticas como a adubação verde, rotação de culturas e a ciclagem de materiais disponíveis na propriedade (ALCÂNTARA et al, 2022).

De acordo com Pereira et al. (2012), o substrato é recurso importante na fase de produção de mudas de hortaliças no que diz respeito ao fator de qualidade. Ao avaliar o desenvolvimento de almeirão em diferentes substratos, os autores constataram a eficiência do uso do composto orgânico juntamente com pó de basalto, ao promover o desenvolvimento de mudas vigorosas e plantas mais resistentes, em comparação ao substrato comercial avaliado.

Santos et al. (2021), salientam que na produção hortaliças é muito importante haver o controle de qualidade na adubação orgânica e água utilizados no cultivo, estas iniciativas visam reduzir a contaminação por microrganismos nocivos à saúde humana. Os autores constataram, por meio de estudos experimentais, que as folhosas alface, rúcula e couve-flor cultivadas em sistema agroecológico apresentaram menor contaminação por patógenos entéricos (microorganismos que podem causar doenças em humanos e animais) que quando cultivadas em sistema convencional, indicando uma melhor qualidade e segurança alimentar.

Por meio de acompanhamento de uma propriedade que passou pelo processo de transição agroecológica, Silva et al. (2013), constataram uma menor incidência de pragas e doenças no cultivo e melhoria da fertilidade e recuperação do solo. As principais técnicas adotadas foram: aplicação de resíduos de carvoaria no solo, adoção de cobertura morta, redução de capinas e plantio de leguminosas (feijão de porco, ervilhaca, guandu e crotalária). O emprego destas técnicas em conjunto com outras alternativas sustentáveis, possibilitou a melhoria da retenção de umidade do solo, adição de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes. Ao longo do tempo tais práticas contribuíram nas condições ambientais promovendo um microclima adequado e na redução dos custos de produção, por utilizar principalmente recursos disponíveis na propriedade.

Outra prática agroecológica que pode ser utilizada na olericultura é a fertilização do solo com compostos vegetais fermentados como o bokashi. Filho et al. (2023), avaliaram

os efeitos da adubação verde com mucuna consorciada com milho, e do uso de bokashi na produção agroecológica de brócolis. Os autores identificaram que a consorciação com mucuna no pré-cultivo do brócolis, promoveu aumento de 43% na produtividade do brócolis em comparação ao plantio precedido por monocultivo de milho. A fertilização com bokashi proporcionou maior acúmulo de nitrogênio nas inflorescências e produtividade máxima de 14,32 t/ha.

O sistema agroecológico propicia maiores índices de sustentabilidade em relação ao sistema de produção convencional, pois possibilita: maior diversificação de cultura, maior capacidade de reciclagem de resíduos, desempenho socioecológico e menor dependência de insumos externos (PARADA; SALAS, 2019). Diante dos relatos apresentados com a prática de técnicas agroecológicas, é possível vislumbrar ganhos para produtividade, manejo ecológico do solo, sustentabilidade dos recursos ambientais e tais fatores acabam produzindo serviços ecossistêmicos e impactando positivamente no desempenho socioecológico.

### **3 | CONTROLE AGROECOLÓGICO DE PRAGAS E DOENÇAS NA OLERICULTURA**

O controle agroecológico de pragas e doenças na olericultura tem ganhado destaque devido à sua abordagem sustentável, que visa minimizar o uso de produtos químicos e fortalecer os sistemas agrícolas por meio de interações naturais. De acordo com Lima et al. (2022), uma das técnicas mais promissoras é o uso de plantas companheiras e consórcios, que se baseia no plantio conjunto de culturas que se beneficiam mutuamente. Algumas plantas, como o cravo-de-defunto (*Tagetes erecta*), são reconhecidas por suas propriedades nematicidas, sendo eficientes no controle de nematóides, enquanto o manjerição e a hortelã atuam como repelentes naturais de insetos, afastando pulgões e outros insetos que causam danos às hortaliças. Segundo os autores, essas plantas também podem atrair polinizadores e insetos benéficos, aumentando a biodiversidade no agroecossistema e promovendo o controle natural de pragas.

Silva e Oliveira (2021), complementam essa visão, ressaltando que a rotação de culturas e a diversidade de espécies são estratégias fundamentais para manter o equilíbrio do solo e do ambiente agrícola, reduzindo a pressão de pragas. A alternância de espécies nas áreas de cultivo impede que as pragas se especializem em uma única cultura, diminuindo sua proliferação. Além disso, o consórcio entre hortaliças e plantas aromáticas, como as medicinais e as que possuem propriedades repelentes, promove uma barreira física e química, que ajuda a proteger as culturas. Essa prática, segundo os autores, é essencial para a construção de sistemas agrícolas resilientes e produtivos, sem a necessidade de intervenção química.

Para Altieri (2012), os policultivos realizados por agricultores tradicionais baseados

em práticas agroecológicas, validam a heterogeneidade genética das sementes e, dessa forma, estes cultivos locais têm a capacidade de promover cultivos resistentes à doença.

A aplicação de caldas naturais, como a calda bordalesa, também desempenha um papel importante no manejo agroecológico. Prado et al. (2023), destacam que essa solução, composta por água, sulfato de cobre e cal hidratada, é amplamente utilizada para o controle de doenças fúngicas em hortas orgânicas. A calda bordalesa tem demonstrado eficiência no combate a fungos, como o míldio e o oídio, protegendo as plantas sem causar danos ao meio ambiente ou comprometer a saúde dos agricultores. Sua aplicação pode ser feita de forma preventiva, proporcionando uma camada de proteção nas folhas e caules das plantas, o que reduz a incidência de doenças em períodos de alta umidade.

Por sua vez, Santos et al. (2023), enfatizam a importância do controle biológico no manejo de pragas, um aspecto essencial da agroecologia. O uso de insetos benéficos, como as joaninhas, que se alimentam de pulgões, ou micro-organismos, como *Bacillus thuringiensis*, que atua contra larvas de insetos, são alternativas eficazes para reduzir a população de pragas sem o uso de agrotóxicos. Esse tipo de controle contribui para o equilíbrio do ecossistema e evita os impactos negativos que os pesticidas químicos podem causar na biodiversidade. Além disso, ao promover o uso de organismos vivos no controle de pragas, o manejo biológico estimula práticas agrícolas mais integradas, respeitando os ciclos naturais e garantindo uma produção de alimentos mais saudável e sustentável.

Segundo Lopes et al. (2016), o uso de caldas fitoprotetoras a base de ervas, arbustos, esterco e fumo, são grandes aliadas no manejo fitossanitário enquanto não ocorre o estabelecimento do equilíbrio biológico do agrossistema. Os autores informam ainda que práticas sob a perspectiva agroecológicas em produção de hortaliças viabilizam a sustentabilidade das propriedades:

As tecnologias e metodologias pautadas nos princípios da Agroecologia têm corroborado com as mudanças nas unidades camponesas de produção de hortaliças, aumentando a sustentabilidade, resiliência, autossuficiência e diversidade produtiva das mesmas (Lopes et al., 2016).

Para Sedyama et al. (2014), no cultivo de hortaliças sem o uso de insumos agrícolas externos, é muito importante realizar o equilíbrio natural do agrossistema de forma prévia utilizando práticas que viabilizem e fortaleçam o fator ecológico como: policultivos, adubação verde, rotação de cultura e outros, estas medidas realizadas de forma adequadas favorecem o controle de pragas e doenças. Outro aspecto importante sobre o uso de práticas alternativas de origem natural enfatizado pelo autor, é o fato que as hortaliças são um tipo de cultivo muito propício ao uso destas tecnologias, principalmente por serem destinadas à alimentação humana *in natura*.

Sobre as práticas agroecológicas, Pereira et al. (2015) afirmam que a adoção da agroecologia em agrossistemas favorece a segurança alimentar e nutricional por meio do aumento da variedade de produtos cultivados. Esta condição além de viabilizar a

comercialização do excedente produzido, proporciona o manejo do agrossistema de forma equilibrada e em harmonia com a natureza conservando e valorizando as espécies.

## 4 | PERSPECTIVAS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção agroecológica de hortaliças emerge como uma alternativa viável e sustentável para enfrentar os desafios contemporâneos da agricultura. Ao integrar práticas que respeitam os ciclos naturais e promovem a biodiversidade, essa abordagem não apenas garante a produção de alimentos saudáveis, mas também contribui para a preservação do meio ambiente e a melhoria da qualidade de vida das comunidades rurais.

Os benefícios da agroecologia se estendem além da produção, abrangendo aspectos sociais e econômicos. A valorização dos saberes tradicionais, a promoção da segurança alimentar e o fortalecimento das redes de comercialização são elementos fundamentais que tornam essa prática ainda mais relevante. Além disso, ao reduzir a dependência de insumos químicos e fomentar a fertilidade do solo, a agroecologia oferece um caminho promissor para a resiliência agrícola em tempos de mudanças climáticas.

Portanto, é crucial que políticas públicas e iniciativas privadas incentivem e apoiem a transição para sistemas de produção agroecológica. A educação e a conscientização sobre os benefícios dessa prática são essenciais para engajar produtores e consumidores em um movimento que prioriza não apenas a saúde humana, mas também a saúde do planeta. Ao adotarmos uma abordagem agroecológica, estamos investindo em um futuro mais sustentável, justo e próspero para todos.

A produção agroecológica de hortaliças é uma prática que busca integrar a agricultura com os princípios da ecologia, promovendo um sistema de cultivo sustentável e saudável. A agroecologia valoriza a diversidade de espécies, ou seja, a agrobiodiversidade, cultivando diferentes tipos de hortaliças que podem coexistir e beneficiar-se mutuamente, melhorando a resiliência do sistema.

Utiliza técnicas como compostagem e adubação verde para manter a fertilidade do solo, reduzindo a dependência de fertilizantes químicos. Em vez de pesticidas, são utilizados inimigos naturais das pragas, como predadores e parasitas, promovendo um equilíbrio ecológico. Hortaliças produzidas agroecologicamente são livres de agrotóxicos e insumos químicos, resultando em alimentos mais saudáveis para o consumo. A prática ajuda a conservar os recursos naturais, como água e solo, e promove a biodiversidade, essencial para manter os ecossistemas equilibrados.

A produção local estimula a economia regional e fortalece as relações entre produtores e consumidores, criando um senso de comunidade. Embora haja uma demanda crescente por alimentos orgânicos e agroecológicos, o acesso ao mercado pode ser um desafio para pequenos produtores. É fundamental que os agricultores sejam capacitados em técnicas agroecológicas para garantir o sucesso das práticas. As políticas públicas

em forma de incentivos e regulamentações adequadas são cruciais para promover a agroecologia.

Alternar diferentes tipos de hortaliças no mesmo espaço ao longo do tempo para evitar doenças e pragas específicas. Plantio de espécies como leguminosas que protegem o solo e melhoram sua fertilidade. A criação de pequenos animais pode complementar a produção agrícola, proporcionando adubo orgânico e controle de pragas. A produção agroecológica de hortaliças representa uma abordagem inovadora que alia práticas agrícolas tradicionais com conhecimentos modernos sobre ecologia.

Ao priorizar a saúde do solo, das plantas e das comunidades, essa forma de cultivo não apenas atende à crescente demanda por alimentos saudáveis, mas também contribui significativamente para a sustentabilidade ambiental. Incentivar essa prática é fundamental para promover um futuro mais equilibrado e justo na agricultura.

## REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, F. A. **Manejo agroecológico do solo**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164548/1/CNPAF-2017-doc314.pdf>. Acesso em: 14. set. 2024.

ALCÂNTARA, F.A.;STONE, L.F.;HEINEMANN,A.B.;MARTINS,E.S. **Atributos do Solo e Produtividade de Milho em Sistema Agroecológico após Adubação Verde e Fertilizantes Orgânicos**. Boletim de pesquisa e desenvolvimento. Santo Antônio de Goiás: Embrapa arroz e feijão, 2022. Disponível em: bpd-62-2022.pdf (embrapaProdução de mudas de almeirão e cultivono campo, em sistema agroecológico. br). Acesso em: 14. set. 2024.

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 4.ed. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004. Disponível em: [https://arca.furg.br/images/stories/producao/agroecologia\\_short\\_port.pdf](https://arca.furg.br/images/stories/producao/agroecologia_short_port.pdf). Acesso em: 18 set. de 2024.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia, agricultura camponesa e soberania alimentar**. Revista Nera, [S. l.],n. 16, p. 22–32, 2012. DOI: 10.47946/rnera.v0i16.1362. Disponível em:<https://revista.fct.unesp.br/index.php/nera/article/view/1362>. Acesso em: 28 set. 2024.

CAPORAL, F. R.; AZEVEDO, E. O. **Princípios e perspectivas da agroecologia**. Instituto Federal De Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná, 2011. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/consagro/files/2012/03/CAPORAL-Francisco-Roberto-AZEVEDO-Edisio-Oliveira-de-Princ%C3%ADpios-e-Perspectivas-da-Agroecologia.pdf>. Acesso em: 18 set. de 2024.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.

FILHO, J. S. M. V.; GUERRA, J. G. M.; GOULART, J. M.; ARAÚJO, E. S.; ESPINDOLA, J. A. A.; ROUWS, J. R. C. **Management of green manure and organic fertilization with fermented compost fertilizer in agroecological cultivation of American broccoli**. Olericultura Brasileira v.41, 2023, elocation e2599. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/KsF9Rmyc8jvzPC35p5LnFpP/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 14. set. 2024.

LOPES, P. R.; REZENDE, A. P. C.; CRESPI, D.; GALATA, R. F.; GALATA, R. F.; DA SILVA, F. X.; CRUZ, M. S. S.; DOS SANTOS, J. D.; KAGEYAMA, P. Y. **Princípios e ferramentas para o desenho e manejo de hortas agroecológicas: experiências do projeto assentamentos agroecológicos no extremo sul da Bahia**. Retratos de Assentamentos, [S. l.], v. 19, n. 1, p. 175-207, 2016. DOI: 10.25059/2527-2594/retratosdeassentamentos/2016.v19i1.204. Disponível em: <https://www.retratosdeassentamentos.com/index.php/retratos/article/view/204>. Acesso em: 28 set. 2024.

LIMA, F. R.; COSTA, M. A.; PEREIRA, J. F. **Estratégias agroecológicas no controle de pragas: o uso de plantas companheiras**. Revista de Agroecologia e Sustentabilidade, v. 14, n. 2, p. 98-114, 2022.

PARADA, S.P.; SALAS, C.B. **Evaluación participativa de la sustentabilidad entre un sistema campesino bajo manejo convencional y uno agroecológico de una comunidad Mapuche de la Región de la Araucanía (Chile)**. Rev. Fac. Cienc. Agrar., Univ. Nac. Cuyo, Mendoza, v. 51, n. 1, p. 323-336, Junho de 2019. Disponível em: <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/RFCA/article/view/2454>. Acesso em: 14. set. 2024.

PEREIRA, D. C.; GRUTZMACHER, P.; BERNARDI, F. H.; MALLMANN, L.S.; COSTA, L.A.M.; COSTA, M.S.S. **Produção de mudas de almeirão e cultivo no campo, em sistema agroecológico**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.6, n. 10. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012001000010>. Acesso em: 14. set. 2024.

PEREIRA, J. S.; NEVES, S. M. A. S.; MENDES, M. F.; NEVES, R. J.; CAIONI, C.; CARVALHO, K. S. A. **Práticas agroecológicas e extrativistas no assentamento Facão/Furna São José: subsídios para a segurança alimentar e geração de renda**. Cadernos de Agroecologia [Volumes 1 (2006) a 12(2017)], v. 9, n. 4, 2014. Disponível em: <https://revista.aba-agroecologia.org.br/cad/article/view/16450>. Acesso em: 29 set. 2024.

PEREZ-CASSARINO, J. **A construção social de mecanismos alternativos de mercados no âmbito da Rede Ecológica de Agroecologia**. 2012. 450f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, 2012.

PRADO, G. F.; ALMEIDA, L. M.; SOUZA, H. M. **Eficácia da calda bordalesa no controle de doenças fúngicas em culturas hortícolas**. Revista Brasileira de Olericultura Orgânica, v. 16, n. 1, p. 31-40, 2023.

SANTOS, A. B.; FERNANDES, L. S.; NASCIMENTO, R. J. **Controle biológico de pragas na olericultura: o papel dos insetos benéficos e microrganismos no manejo sustentável**. Ciência Agroecológica, v. 11, n. 4, p. 144-156, 2023.

SANTOS, A. P.; SOUSA, C. S.; SANTOS, I. P. O. CORREIA, K. S.; RODRIGUES, L. M. A.; OLIVEIRA, R. M. **Qualidade microbiológica de hortaliças folhosas produzidas em cultivos agroecológicos e convencionais em propriedades rurais do território de identidade do médio sudoeste da Bahia**. In: Agroecologia: métodos e técnicas para uma agricultura sustentável. v. 3. Editora Científica Digital. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/210303463.pdf>. Acesso em: 14. set. 2024.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C.; LIMA, P. C. **Cultivo de hortaliças no sistema orgânico**. Revista Ceres, v. 61, p. 829-837, 2014. <https://doi.org/10.1590/0034-737x201461000008>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/tgKLxJrJvxm7tV7GWnx839h/?lang=pt>. Acesso em: 29 set. 2024.

SENAR – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Cartilha de Orientação: previdência social e SENAR nas operações do PAA e PNAE, 2021**. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/Cartilha-PAA-PNAE.pdf>. Acesso em: 18 set. de 2024.

SILVA, I. M.; GOMES, J. B. P.; BINOTTO, E.; RUVIARO, C. F. **Sistemas agroecológicos como proposta de produção sustentável: um estudo de caso na chácara Dourados**. REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, v. 30, n. 2, 2013. Disponível em: <https://furg.emnuvens.com.br/remea/article/download/3708/2472>. Acesso em: 14. set. 2024.

SILVA, R. P.; OLIVEIRA, T. A. **Rotação de culturas e diversidade: práticas fundamentais no controle de pragas na agricultura orgânica**. Agroecology and Rural Development Journal, v. 12, n. 3, p. 202-219, 2021.

STRINGHETA, P. C.; MUNIZ, J. N. **Alimentos orgânicos: produção, tecnologia e certificação**. Viçosa: Editora UFV, 2003. 452p.

# AMBIÊNCIA, BEM-ESTAR ANIMAL E COMPORTAMENTO DE SUÍNOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

---

*Data de submissão: 09/10/2024*

*Data de aceite: 01/11/2024*

### **Flávia Luíza Heleno Silva**

Universidade Federal de Viçosa  
Florestal – Minas Gerais (Brasil)

### **Leonardo França da Silva**

Universidade Federal da Grande  
Dourados  
Dourados – Mato Grosso do Sul (Brasil)

### **Jessica Mansur Siqueira Crusóe**

Universidade de Federal Viçosa  
Florestal – Minas Gerais (Brasil)

### **Carlos Henrique de Figueiredo Vasconcellos**

Universidade Federal de Viçosa  
Florestal – Minas Gerais (Brasil)

### **Cândida Pollyanna Francisco Azevedo**

Doutora em Zootecnia (ESALQ/USP)

### **Fernanda Lamede Ferreira de Jesus**

Universidade Federal da Grande  
Dourados  
Dourados – Mato Grosso do Sul (Brasil)

### **Denis Medina Guedes**

Universidade Federal de Viçosa  
Florestal – Minas Gerais (Brasil)

### **Larissa Santos Moreira**

Universidade Federal de Viçosa  
Florestal – Minas Gerais (Brasil)

### **Victor Crespo de Oliveira**

Universidade Estadual Paulista  
Botucatu – São Paulo (Brasil)

**RESUMO:** A produção de carne suína vem a cada ano ganhando mais espaço na cadeia produtiva do país e se tornando uma atividade bastante rentável. A criação desses animais sempre foi um desafio, devido ao nosso clima tropical. O comportamento dos suínos possui relação direta com a temperatura. Quando essa foge dos parâmetros ideais, o animal entra em estado de estresse. Com o tempo e vários estudos, começou-se a compreender e principalmente, aderir, a práticas de manejo visando o bem-estar, além dos aspectos estruturais ideais para uma ambiência favorável. Logo, o objetivo do presente estudo é analisar a ambiência e o bem-estar e o impacto que esses fatores têm sobre temperatura e comportamento desses animais, interferindo diretamente na produtividade. Este capítulo, visando alcançar o objetivo estabelecido, está dividido em tópicos, sendo esses: suínos, homeotermia, estresse por calor: mudanças fisiológicas, estresse por calor: mudanças comportamentais, bem-estar animal,

critérios comportamentais, critérios fisiológicos, critérios de manejo e ambiência.

**PALAVRAS-CHAVE:** Suinocultura, estresse térmico, produção animal.

**ABSTRACT:** Pork production has been gaining more space in the country's production chain every year and becoming a very profitable activity. Raising these animals has always been a challenge, due to our tropical climate. Pig behavior is directly related to temperature. When this temperature deviates from ideal parameters, the animal enters a state of stress. Over time and through several studies, it has become easier to understand and, above all, to adopt management practices aimed at well-being, in addition to the ideal structural aspects for a favorable environment. Therefore, the objective of this study is to analyze the environment and well-being and the impact that these factors have on the temperature and behavior of these animals, directly interfering with productivity. This chapter, aiming to achieve the established objective, is divided into topics, which are: pigs, homeothermy, heat stress: physiological changes, heat stress: behavioral changes, animal welfare, behavioral criteria, physiological criteria, management criteria and environment.

**KEYWORDS:** Pig farming, heat stress, animal production.

## 1 | INTRODUÇÃO

A suinocultura é atualmente um setor de grande relevância no ramo pecuário brasileiro, alcançando um valor bruto de produção de 34,1 bilhões de reais em 2023, com um aumento no consumo per capita de carne suína de 18 quilos em 2022 para 18,3 quilos em 2024 (ABPA, 2023; ABPA, 2024). Com o objetivo de aumentar a produtividade, o sistema de criação de suínos evoluiu de extensivo para intensivo, com foco no melhoramento genético e avanços em nutrição e manejo (Cordeiro et al., 2007).

Segundo Vale (2008), a variabilidade climática existente no nosso extenso país, culmina em verões de altas temperatura e umidade, fatores ambientais que influenciam diretamente na produtividade. Como exemplo disso, têm-se um estudo realizado por Ribeiro et al., (2018) , onde demonstrou-se que, a cada 1°C que aumentava no ambiente das matrizes, ocasionava a diminuição da produção de leite, devido ao fato de se alimentarem menos. A alta umidade também contribui para a diminuição do apetite dos animais, visto que, nessa situação, a perda de evaporação através da respiração é restringida (Pandorfi et al.,2008). Além disso, esses fatores de temperatura e umidade, quando em patamares ideais, associados a um bom convívio social, são a base do bem-estar animal (Carvalho et al., 2013 ).

A combinação eficiente de manejo, nutrição, genética, sanidade e ambiência tem impacto direto no bem-estar animal. Grandin (2014) salienta que o bem-estar dos suínos está atrelado ao acesso às cinco liberdades: fisiológica, sanitária, ambiental, comportamental e psicológica. Dentre os fatores que mais influenciam a produtividade está o estresse por calor. Por serem animais homeotérmicos, os suínos, ao serem expostos a temperaturas acima do ideal, precisam gastar energia para trocar calor com o ambiente,

energia que, em condições normais, seria direcionada à produção de carne, o foco principal da cadeia produtiva.

Mudanças comportamentais induzidas por estresse térmico também comprometem o bem-estar dos animais. Segundo Souza et al., (2020), a ambiência é um fator essencial para garantir a produtividade e a lucratividade do sistema de produção. Conforme mencionado por Centurión (2020) uma das maiores causas de perda no processo produtivo é a falta de climatização adequada dentro das granjas, geralmente em decorrência do custo de implementação, manutenção e eletricidade. Com isso, a eficiência desejada não é alcançada.

Dessa forma, este estudo de revisão de literatura tem como objetivo explorar os aspectos relacionados à ambiência e ao bem-estar dos suínos em sistemas de produção, com foco nos impactos do estresse térmico, seja por calor ou frio, nas respostas fisiológicas e comportamentais, buscando compreender como essas condições afetam a saúde e a produtividade dos animais.

## 2 | SUÍNOS

Os suínos chegaram ao nosso país por volta de 1532, e historiadores acreditam que eles descendem diretamente do javali europeu. Dentre os animais domésticos os suínos são os mais sensíveis a temperatura, devido à suas características físicas, tais como: alto metabolismo, capa de tecido adiposo subcutâneo e sistema termorregulador pouco desenvolvido, sendo sensíveis ao frio quando filhote e ao calor quando adulto, o que dificulta sua aclimação adequada nos trópicos, pois a medida que o animal cresce, aumenta sua quantidade de gordura no tecido, diminuindo a área de contato com o ambiente, interferindo na relação com o meio externo e dificultando na dissipação de calor (Paiano et al., 2007).

Além disso, Brown-Brandl et al., (2001) ressaltam que o melhoramento genético resultou em animais com uma maior deposição de tecido magro, atendendo à demanda do mercado, e o suíno com essa característica aumenta sua geração de calor, elevando também sua suscetibilidade a altas temperaturas.

Segundo Furtado (2020), houve um crescimento de 15% na produção de calor pelos animais com maior carne magra advindos de novas linhagens. Desde sua chegada até sua domesticação, o animal se desenvolveu e possui características que, juntamente com outros aspectos como manejo, nutrição, sanidade, ambiência e bem-estar tornaram esse animal uma potência de produção em nosso país, batendo recorde de abate no segundo trimestre de 2024, com 14,5 milhões de animais abatidos, crescimento de 3,5% em relação ao trimestre anterior (IBGE, 2024).

## 2.1 Homeotermia

Entre as várias características do suínos, ressalta-se que ele é um animal homeotérmico, ou seja, capaz de regular sua temperatura interior, independente da exterior, característica importante para a existência desses animais em nosso país tropical, uma vez que eles possuem dificuldade de adaptação quanto ao calor, em decorrência da espessura do tecido adiposo e suas glândulas sudoríparas serem queratinizadas, interferindo no duto de suor, fatores que interferem negativamente na dissipação de calor (Rodrigues et al., 2010). Sua temperatura interna ideal é entre 38° e 40 °. O hipotálamo é o responsável pela central termorreguladora do sistema nervoso central. Este recebe estímulos dos termorreceptores que estão tanto dentro quanto na periferia dos corpos dos animais, ativando, à partir daí, os melhores meios de manter a temperatura ideal constante (Curtis, 1983).

Para um animal atingir o máximo de sua produtividade, com gasto mínimo de energia, o ideal é que o animal esteja em um ambiente termoneutro, dessa forma o sistema termorregulador do animal não será ativado, não havendo necessidade de realizar termogênese (produção de calor) ou termólise (perda de calor). Com isso, o animal cansa menos, pois não há custos fisiológicos, conseqüentemente, aumentando o desempenho (Souza et al.,2020). Segundo Radostits et al., (2002), ao atingir a zona neutra, além da temperatura corporal, de 38 à 40°, a frequência respiratória (FR) do animal fica em torno de 15 a 25 movimentos respiratórios por minuto.

Segundo Bacarri (1998), a zona neutra possui limites chamados de TCI e TCS (temperatura crítica inferior e temperatura crítica superior, respectivamente). Para um animal homeotérmico, o estresse por frio ocorre quando a TCI está abaixo do limite e o estresse por calor, quando os limites da TCS são ultrapassados. Na primeira situação, o animal apresenta vasoconstrição, diminuição da FR, aumento da ingestão de alimentos, piloereção e aumento da secreção dos hormônios tireoidianos T3 (tri-iodotironina) e T4 (tiroxina), controlados pelo hipotálamo, ocorrendo conseqüentemente, o aumento do metabolismo corpóreo, o que desencadeia aumento na produção de calor. Já na segunda situação, ocorre o oposto: vasodilatação, aumento da FR, diminuição da ingestão de alimentos, aumento do consumo de água e redução da secreção dos hormônios T3 e T4 (Azevedo & Alves,2009).

Os suínos apresentam dificuldade de se adaptarem ao calor devido principalmente ao seu elevado metabolismo, a capa de tecido adiposo subcutâneo, seu sistema termorregulador pouco desenvolvido e limitada capacidade de perda de calor através da sudorese por apresentarem glândulas sudoríparas queratinizadas. Na derme existe o tecido adiposo, que atua como reserva energética, protetora contra choques mecânicos e isolante térmico, a espessura do toucinho pode dificultar a dissipação do calor. Sendo, por essa razão, sensíveis ao calor quando adultos (Paiano et al.,2007).

## 2.2 Estresse por calor: Mudanças fisiológicas

Renaudeau (2002) constatou que a maneira como as fêmeas reagem ao calor, é primeiramente aumentando a temperatura retal, das glândulas mamárias e da pele e aumentando também a FR, visando perder calor pela evaporação. Quando ocorre vasodilatação periférica, os fluidos e nutrientes que vão para as glândulas mamárias diminuem o fluxo, sendo insuficientes na síntese do leite (Black et al., 1993). Há também uma baixa circulação sanguínea, conforme atestado por Renaudeau (2003).

A temperatura ideal para uma fêmea na maternidade é entre 18 e 23°C, enquanto a dos leitões é mais alta, entre 28°C e 32°C. Para suprir as necessidades físicas dos dois, é importante oferecer dois microambientes em um mesmo local, utilizando-se escamoteadores, pois leitões em estresse térmico não ingerem corretamente o colostro, afetando o desenvolvimento, além de alterar fisiologicamente o animal, interferindo na homeostase (Souza et al., 2020). Ferreira (2007) ressalta que, o leitão que não está no seu conforto térmico ideal, procura conforto na mãe, resultando em esmagamento, que 65% das vezes advém de leitões mais fracos.

## 2.3 Estresse por calor: Mudanças comportamentais

Quando um animal não vive em condições ideais, o resultado é visível principalmente pelo comportamento, apresentando hostilidade e apatia, além de praticarem canibalismo e automutilação (Broom; Molento, 2004; Zanella, 1995).

Se o ambiente não for confortável para o animal, ele tende a mudar seu comportamento afim de se adequar. Durante a gestação por exemplo, as porcas passam por restrição alimentar e desenvolvem estereotípias.

Suínos não suam, logo eles ofegam e mudam o comportamento para tentar se equilibrar ao estresse por calor. Ao ofegar como intuito de perder calor para o meio, aumentando a FR, os suínos aumentam as taxas de perdas por evaporação no trato respiratório. Mas, para que isso ocorra, é necessário também que a umidade relativa (UR) não esteja muito elevada. Quando há a associação de alta temperatura com alta UR, a quantidade de calor que se dissipa na forma evaporativa diminui, fazendo com que o animal aumente sua FR, sua temperatura corporal, impactando diretamente no consumo de ração (Chaves et. al, 1999). A alta UR também prejudica no frio, porque a taxa de evaporação da água do ambiente diminui, o que deixa pisos e paredes mais molhados, ocasionando uma diminuição da temperatura efetiva ambiental (Yousef, 1985). Segundo Moura (1999), a UR ideal para porcas fica entre 50 e 70%, sendo o crítico entre 70 e 80%.

O animal posiciona-se com o focinho em direção ao vento, para aumentar a taxa de troca térmica por convecção através da respiração. Não se pode esquecer que o próprio fato do suíno deitar-se favorece as perdas de calor, nesse caso por condução. Ao deitar-se,

o suíno aumenta consideravelmente sua área de contato com o piso e assim, o gradiente térmico facilita a perda de calor por condução (Baêta ; Souza, 1997).

Outro comportamento que o animal demonstra é defecar em local mais isolado, porém, ocorrendo excesso de calor, eles chafurdam, ou seja, deitam sobre seus próprios excrementos na tentativa de perder calor para o ambiente. Curtis (1983) salienta que as perdas de calor do suíno para o ambiente são mais prolongadas quando a pele está coberta de lama ao invés de apenas água. Em pesquisa realizada por Yousef (1985), foi comparado água e lama dentro desse contexto. Observou-se que, após aplicar somente água, a taxa de perda por evaporação aumentou consideravelmente, além de elevar o nível de transpiração. Esse efeito durou apenas 15 minutos. Em contrapartida, na pele do animal em que foi depositada lama, o processo evaporativo durou aproximadamente uma hora.

### 3 | BEM-ESTAR ANIMAL

O bem-estar animal (BEA) hoje é um desafio, pois é preciso unir o BEA com o sistema intensivo de produção da suinocultura brasileira. O avanço da industrialização no meio agrícola, logo após a Segunda Guerra Mundial, a preocupação no processo produtivo era inteiramente quantitativa, e não qualitativa. Priorizou-se então, o confinamento intensivo de animais, para diminuir o espaço e aumentar o controle dos animais, enquanto produz mais. Com isso, começaram a surgir os problemas relacionado ao BEA, como estresse e problemas de comportamento (Machado Filho; Hotzel, 2000). Anos depois, com a globalização e o acesso cada vez maior as informações, os consumidores se tornaram mais exigentes, a sociedade prioriza que os animais não sofram e não vivam sob estresse. O BEA passou a ser visto como uma forma de aumentar o interesse dos consumidores e do mercado internacional (Veloni,2013). Segundo Warriss (2000) difundiu-se o termo “carne de qualidade ética”, ou seja, aquela proveniente de animais que foram produzidos num sistema ideal em todos os parâmetros que compõem o BEA. Países como China e Estados Unidos e toda a União Europeia são grandes interesses do Brasil para exportação e são os mercados mais exigentes nesse quesito. Redes conhecidas mundialmente, como Burger King e MacDonaldis já consomem apenas produtos locais cujo processo produtivo seja adequado as normas (Galvão et al., 2019).

Ainda hoje, o nosso país perde para Europa, por exemplo, por não se adequar aos indicadores que definem o bem-estar animal. Segundo Grandin (2014), a base do bem-estar está relacionada a cinco liberdades, conceito elaborado pelo professor Jhon Webster, da Inglaterra e que hoje é o mais aceito, sendo essas: ambiental, comportamental, fisiológica, psicológica e sanitária. Em outras palavras, o animal deve estar livre fome, sede, dor, sofrimento, lesões, doenças, medo e ansiedade, pois hoje sabe-se que os animais são seres sencientes, ou seja, capazes de sentir emoções. De um modo geral, avaliar os indicadores de BEA não é tarefa fácil, pois é preciso relacionar a instalação, o manejo e

ambiente em que o animal vive. Por exemplo, gaiolas individuais pequenas é um parâmetro do ambiente, enquanto lesões é um parâmetro do animal. A avaliação se dá por meio de fatores fisiológicos, comportamentais, sanitários e produtivos (Zanella, 1995; Candiani et al., 2008).

### 3.1 Critérios comportamentais

Segundo Snowdown (1999), o comportamento demonstra a relação do organismo com o ambiente em que vive. Dentre os comportamentos, existem aqueles definidos como destrutivos, que ferem os animais, como mordedura e sucção de calda, orelha, flanco e vulva. Além disso, têm-se as estereotipias, movimentos repetitivos que consomem uma quantidade significativa do tempo do animal. Nos suínos, ressalta-se: enrolar a língua, falsa mastigação e mastigação de parte das instalações (Poletto, 2010). Outro comportamento é a apatia, que ocorre quando o animal não está sob um ambiente estimulante. Um dos fatores que pode provocar isso é o calor, conforme mostrou um estudo de Kiefer et al., (2009), onde observaram que suínos alojados sob uma temperatura de 31,3° reduziram o consumo de ração e ficaram apáticos. Ambientes áridos, com falta de elementos da natureza (terra, palhada, substratos) e calor são os fatores que mais refletem no comportamento (Radostits et al., 2002).

Silva et al., (2008) constatou que matrizes que vivem em baias coletivas tendem a apresentar menos comportamentos estereotipados do que aquelas que vivem em baias individuais. Na fase de gestação, quando a as fêmeas passam pela restrição alimentar, elas desenvolvem essas estereotipias (Sambraus, 1998). Outras estereotipias que podem ser desenvolvidas pelos animais: *Tail-biting* (mordida de caudas); *drinker-biting* (pressionar o bebedouro sem beber água), *sham-chewing* (movimento de mastigação), vocalise (vocalização excessiva), *head-rubbing* (esfregar a cabeça), permanecer deitado, sentado ou parado (Fraser ; Broom, 2001).

### 3.2 Pressão sonora

O ideal é que suínos vivam em um ambiente que não ultrapasse 85 decibéis, além de evitar que eles vivam com constantes ruídos externos (Baptista et al., 2011). Durante qualquer situação fora do ideal, os animais vocalizam mais. Entre essas situações, percebeu-se o acréscimo no desconforto térmico, horários de arraçoamento, e junção de lotes distintos (Sampaio et al., 2007; Gustafsson, 1989; Souza, 2007).

### 3.3 Critérios fisiológicos

O bem-estar pode ser mensurado baseando-se no sistema imunológico do animal,

desempenho das glândulas adrenais e FR (Broom ; Molento, 2004). Além disso, outro indicador é o nível de concentração de cortisol, seja no plasma sanguíneo, urina, fezes ou saliva (Galvão et al., 2019), uma vez que o cortisol auxilia no monitoramento do estresse do animal, quando este está elevado, o animal está sob estresse. Porém, como o cortisol também pode aumentar em outras situações, deve-se interpretar esse dado juntamente com outros indicadores (Berne et al., 2008).

Pittz et al., (2000) explica porque o estresse aumenta a suscetibilidade a doenças: o estresse altera o sistema fisiológico do animal; ele ocasiona a ativação do SNC (Sistema Nervoso Central) a curto prazo e a longo, ativa o eixo HHA (hipotálamo-hipófise-adrenal). Quando a porção simpática do SNC recebe estímulos, ocorre aumento da FR, da pressão arterial e da frequência cardíaca. Quando o estímulo é no eixo HHA, ocorre a inibição da síntese de insulina, aumentando o nível de glicocorticoides, mobilizando a energia armazenada. Em casos de estresse agudo, há uma elevação da defesa imunológica, devido a uma leucocitose neutrofílica.

Em relação a temperatura ambiental externa, esta influencia diretamente na temperatura corpórea e da superfície do animal. Constatou-se num estudo de Manno et al., (2006) que os suínos sob desconforto térmico elevam em cerca de 9,5% sua temperatura superficial ao comparar com os animais sob conforto. Em termos de frequência cardíaca, essa se ajusta para atender cada demanda momentânea do corpo, tende a aumentar quando o animal está com a temperatura corporal acima do ideal ou após atividade intensa. Em relação a FR, o estresse eleva a frequência com que o animal respira, visto que essa atitude é um mecanismo do próprio animal para ajudar na termorregulação, uma vez que esse não possui glândulas sudoríparas eficientes. Ao respirar, o animal transporta calor para fora do corpo, devido ao ar úmido que é expirado por eles.

### 3.4 Critérios de manejo

Em relação a fase da maternidade, o bem-estar de matrizes suínas e leitões é fundamental, e uma das práticas é não misturar as famílias (lotes), somente quando estritamente necessário. Segundo a Embrapa (2003), na fase de maternidade deve-se atentar a: acesso fácil pelo traseiro da porca para facilitar o manejo (tanto das porcas quanto dos leitões), cela parideira com barra de proteção para evitar esmagamento, fonte de aquecimento com regulagem, piso com capacidade isolante para evitar a perda de calor por contato com o leitão, piso confortável para porcas e leitões, evitando lesões de casco e articulações, manter até um máximo de 24°C para a porca e o mínimo de 32°C para o leitão recém-nascido, limpeza diárias de excrementos com no mínimo, uma vez pela manhã e outra pela tarde, Para se adequar as normas de bem-estar, as baias de parição devem ter espaço para a porca levantar e se movimentar (2 metros de largura por 5 metros de comprimento).

No manejo pré-abate de suínos, é importante se atentar a vários fatores que pode interferir diretamente na qualidade da carne, o que impacta economicamente, já que as vendas caem e o valor agregado diminui devido a qualidade inferior do produto. Os animais provenientes de um manejo inadequado e sofrendo de um visível estresse, possuem níveis mais altos de lactato e creatina quinase no sangue coletado no abate do animal, do que os suínos que foram produzidos sob um manejo adequado (Warriss et al., 1994).

O estresse durante o processo produtivo e o estresse que antecede o momento do abate pode aumentar a incidência do chamado PSE (*pale, soft, exudative*) ou seja, carne pálida, mole e exsudativa e DFD (*dark, firm, dry*), traduzido como carne escura, dura e seca (Gregory, 1998). Além disso, as lesões sofridas e hematomas também influenciam negativamente na qualidade da carne.

## 4 | AMBIÊNCIA

Uma granja suinícola funcionava sob quatro aspectos: nutrição, sanidade, genética e manejo. Hoje, além da adição do BEA, temos também outro conceito essencial: ambiência, pois uma estrutura mal planejada, fora dos parâmetros ideais, induz o desconforto térmico dos animais, um dos problemas que mais afetam o rebanho e sua produtividade.

De acordo com Sartor et al., (2004), uma instalação ideal deve atender a alguns critérios, como atenuar as condicionantes do clima que são normais em todo ambiente, de modo que, tanto o trabalhador quanto o suíno estejam em condições ideais; economizar tempo e espaço físico afim de tornar o trabalho diário mais eficiente e, por fim, trazer rendimento financeiro. Além disso, ao projetar uma instalação deve-se pensar em todos os aspectos, econômicos, ambientais, sociais e de sustentabilidade. O ideal é que a granja seja próxima a sua rede consumidora; disponibilidade de itens básicos como água e rede elétrica, terreno com condições favoráveis em termos topográficos e de acesso e o clima ideal para a raça que se está produzindo.

Além disso, Sartor, Souza e Tinoco (2004) descrevem que os parâmetros ideais para uma instalação suinícola devem ser eficientes em todas as fases da cadeia produtiva. É importante salientar que, em granjas de pequeno porte, é usual que as fêmeas nas fases de pré-cobrição, cobrição e gestação compartilhem o mesmo local e, os aspectos a seguir são comuns a todos, sendo: o pé-direito ideal deve ter entre 3,0 a 4,0m para coberturas com telhas de cimento amianto e 2,5 a 3,5 m quando há telhas de barro e sua estrutura em tesouras ou pórticos, pode ser de madeira, metal, ou concreto armado. Em relação ao beiral, esse dependerá do pé-direito, variando de 1,0 a 1,5 metros.

Em termos de declividade, o ideal é que seja de 2% do corredor central em direção as laterais (sentido da largura) e de 1% em relação ao fosso (sentido do comprimento). Além disso, o fosso precisa ter uma grelha na parte menos elevada da baia, para facilitar a coleta de dejetos. Para comedouros, estes podem ser simples, de concreto com cantos

arredondados, entretanto, seu interior precisa ser liso. O tamanho ideal é de 0,50 metros de largura e altura frontal de 0,20 metros. O bebedouro deverá ser um por baía, do tipo concha ou chupeta.

Em relação aos parâmetros ideais da maternidade, temos que nesse o local que abriga matrizes suínas e leitões deve ter o microclima adequado para ambos. O leitão não deve estar sob frio ou calor em excesso, mantendo sempre a faixa ideal e estar livre de urina e fezes, que podem aumentar a umidade no local. Precisam também estar sob uma fonte de calor, seja essa elétrica ou a gás, geralmente utilizam-se lâmpadas, e o fornecimento de água deve ser à vontade. As baias devem ter ripas de modo que facilite o escoamento de dejetos e mantenha o ambiente sempre limpo. Nesta fase, as baias devem medir 2,5 por 2,5 metros, feitas de alvenaria e piso de concreto, com presença de escamoteador para abrigar os leitões e deve dotar de uma proteção contra esmagamento a 25 cm do piso e a 25 cm da parede, chamada de banca, podendo utilizar material de madeira ou metal. Porém, importante ressaltar que os produtores em sua maioria utilizam a gaiola, devido à segurança proporcionada aos leitões. Em relação aos outros parâmetros, permanecem os que foram acima citados na fase de gestação (Sartor et al.,2004).

Vários estudos comprovam a relação direta entre consumo de ração e temperatura, logo, um ambiente confortável aumenta o peso e, conseqüentemente, a produtividade do plantel. Os suínos trocam calor com o meio que vivem, seja por meio de convecção, radiação e convecção, os chamados trocas de calor sensíveis, ou por meio de evaporação, ou troca de calor latente. E ele ser ou não um animal eficiente em termos produtivos, vai depender de temperatura e umidade, como já bastante discutido. Silva et al., (2009) ressalta a importância de a instalação atender todas as demandas do animal. Logo, o objetivo é projetar granjas cujas propriedades estruturais visem mitigar as reações negativas que o calor provoca nos suínos (EMBRAPA, 2003).

Uma instalação rural que seja financeiramente viável, deve aproveitar, caso possível, o máximo que o ecossistema ao redor da granja pode oferecer, propiciando uma aclimatação natural. Isso é possível escolhendo a localização da granja baseada em fatores como a orientação do sol, de modo que a instalação deve ser construída com seu eixo longitudinal orientado no sentido leste-oeste (EMBRAPA,2021), presença de árvores, direção de vento e sombreamento. Este último, é capaz de diminuir a radiação solar e o calor refletido dentro da granja. Após a escolha ideal baseada nesses fatores, o restante dos aspectos ideais para o sucesso de uma cadeia produtiva deve ser alcançado utilizando-se de métodos artificiais (Bridi, 2006).

Ainda segundo Bridi (2006), importante ressaltar que todo o plantel, de qualquer cadeia produtiva, está susceptível a doenças, inclusive daquelas advindas de animais que não fazem parte do processo, inclusive os domésticos, como cães, gatos e galinhas. Além disso, é comum num mesmo espaço rural, terem diferentes tipos de criação de animais, como bovinos, caprinos, aves etc. Para evitar a proliferação de doenças, é indicado que

a granja seja cercada, a fim de que animais pequenos não adentrem. O ideal é que haja também um muro pequeno sob a cerca propriamente dita e que os caminhões ao adentrarem nela, passe por um rodolúvio, que consiste na limpeza e desinfecção dos pneus. Além de todos as indicações mencionadas acima, é favorável para o produtor que os armazéns e fábrica de ração estejam próximos, reduzindo o deslocamento.

Analisando a estrutura, o quesito que sofre maior impacto da incidência solar e aspectos climáticos é o telhado de uma granja, sendo um fator importante de influência na temperatura. Telhas de cerâmica e fibrocimento recebem tinta branca em seu lado superior, o que auxilia no bloqueio da radiação solar (Sampaio; Cardoso; Souza, 2011; Ferreira, 2016). Telhado com inclinação de 30%, cujo material é cerâmica francesa, que possui inércia térmica, reduz a transferência de calor para dentro da instalação, aumentando o conforto térmico. Uma outra alternativa hoje relacionada ao aspecto estrutural da granja é o telhado verde, que objetiva reduzir a temperatura interna da instalação, ao diminuir a amplitude térmica, promovendo conforto tanto em níveis térmicos, como em nível acústico (Parizotoo; Lamberts, 2011).

Em um estudo realizado por Carneiro et al. (2015), foram comparados quatro tipos diferentes de telha, sendo essas: fibrocimento, telha reciclada (75% de polímeros e 25% de alumínio) e dois tipos de telhado verde, um utilizando a *Zoysia japônica* (grama) e o outro utilizando amendoim (*Arachis repens*), todos utilizando modelos reduzidos. Verificou-se que, as estruturas com telhado verde obtiveram melhor desempenho térmico, tanto para os humanos quando para os animais, além de menores níveis de ITGU (Índice de temperatura do globo e umidade), o que sugere maior conforto térmico.

Outro aspecto relevante na ambiência, são a presença de gases. Dentro de uma instalação, existem vários gases maléficos, como metano, dióxido de carbono e amônia. Um ambiente aberto, aumenta o fluxo desses gases, melhorando o desenvolvimento do plantel, tanto pela saúde dos animais e humanos, tanto pelo metabolismo do animal (Piffer; Perdomo; Sobestianssky, 1998; Schmidt; Jacobson; Janni, 2002; Dias, 2014).

Em relação a saúde, devido a problemas respiratórios, é importante que a granja se adeque as legislações e os limites por elas estabelecidas na inalação aceitável dos gases citados acima. Pesquisas são realizadas a fim de que possam conhecer, aprimorar e introduzir nas granjas equipamentos que medem gases para minimizar os custos de aquisição e a manutenção dos equipamentos afim de controlar a qualidade de ar, através da ventilação e nebulização, e assim manter a instalação dentro do intervalo aceitável pela legislação (Sampaio et al., 2005).

Propiciar conforto aos animais, mantendo-os em uma temperatura agradável para seu bem-estar, é fundamental. Para isso, com o avançar dos anos, técnicas e equipamentos foram e são desenvolvidos visando um equilíbrio maior do animal com o meio em que ele vive. Como o calor é um problema, resfriar o ambiente é a solução. Uma das maneiras de se fazer isso, é o uso de ventiladores, entretanto, esse método não costuma ser eficaz.

Assim, começou a ser difundido o resfriamento evaporativo de ar, que eleva a UR e diminui a temperatura, pois água precisa retirar calor do ambiente para conseguir evaporar e ao fazer isso, a temperatura diminui, pois o calor que a água retira do ambiente é apenas para ter energia suficiente para mudar de estado, não aumentar a temperatura. Dentre os equipamentos utilizados para resfriar o ambiente, temos: sistema de material poroso, ambos acoplados ao ventilador. Conforme constatado por Turco (1993), animais que foram submetidos ao resfriamento evaporativo em toda sua extensão corporal, comparados aos que tiveram somente a parte da cabeça resfriadas, obtiveram melhores condições de ambiente, mas é importante ressaltar que, nos horários de pico de calor durante o dia, essa técnica não foi suficiente para amenizar (Silva, 2005). Porém, em fêmeas lactentes que foram submetidas ao resfriamento de piso aumentaram a produção de leite e, conseqüentemente, o peso dos leitões, mostrando-se um sistema efetivo.

Um outro ponto relacionado a ambiência é a limpeza. Segundo Dias (2011), uma instalação, para conseguir ser isenta de doenças e ótimo desempenho, precisa ser limpa diariamente.

O suíno produz muito excremento por dia, variando de 1 à 18,8 quilos por dia dependendo da fase em que se encontra. Logo, o ideal e ecologicamente sustentável, é reaproveitar esses dejetos, seja como biofertilizante ou biogás.

## 5 | CONSIDERAÇÕES

Dessa forma, pode-se concluir que a criação de suínos é um ramo altamente rentável, desde que as necessidades desses animais sejam devidamente compreendidas e atendidas. O estresse térmico, causado pelas altas temperaturas dos últimos anos, representa um fator crítico que impacta negativamente a qualidade do produto final e, conseqüentemente, a produtividade do sistema. Proporcionar um ambiente ideal, com instalações adequadas que garantam o conforto térmico, é de suma importância.

A ambiência, em conjunto com uma nutrição adequada, manejo eficaz, sanidade e melhoramento genético, permite que os suínos vivam em harmonia com seu ambiente e com os seres humanos, assegurando pleno bem-estar. Assim, ao respeitar as condições de vida dos animais, os produtores não apenas garantem a saúde e a produtividade do plantel, mas também alcançam a lucratividade desejada, contribuindo para a sustentabilidade e o desenvolvimento contínuo da suinocultura no Brasil.

## REFERÊNCIAS

ABPA, Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual, 2023**. Disponível em <<http://abpa-br.com.br/setores/suinocultura/publicacoes/relatorios-anuais>>. Acessado em: 26/08/2024.

AZEVEDO, D. M. M. R.; ALVES, A. A. (2009). **Bioclimatologia Aplicada à Produção de Bovinos Leiteiros nos Trópicos**. Series Documentos n. °188. Embrapa Meio- norte, Teresina, PI.

BACCARI, F. Jr. (1998). **Adaptação de Sistemas de Manejo na Produção de Leite em Clima Quente**. In: Silva, I. J. O. *Ambiência na Produção de Leite*. Piracicaba: FEALQ, p. 24-65.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais - conforto animal**. Viçosa: UFV, 1997, 246p.

BAPTISTA, R.I.A.A.; BERTANI, G.R.; BARBOSA, C.N. **Indicadores do bem-estar em suínos**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.41, n.10, p.1823-1830, 2011.

BARROS, P. C.; OLIVEIRA, V. CHAMBÓ, E. D.; SOUZA, L. C. **Aspectos práticos da termorregulação em suínos**. *Nutritime*, v.7, n.3, 2010.

BERNE, R. M.; KOEPPEN, B. M. & STANTON, B. A. (2008). **Fisiologia** (Vol. 355). Rio de Janeiro: Elsevier Brasil.

BLACK, J. L.; MULLAN, B. P.; LORSCHY, M. L. **Lactation in the sow during heat stress**. *Livestock Production Science*, Amsterdam, v. 35, n. 1, p. 153-170, 1993.

BRIDI, A. M. 2006. **Instalações e ambiência em produção animal. 2006**. In: **II Curso sobre qualidade da carne suína**. Universidade Estadual de Londrina, Londrina. Anais, Londrina, 2006.

BROOM, D.M.; FRASER, A.F. **Comportamento e bem-estar de animais domésticos**. 4.ed. Barueri: Manole, 2010. 438p.

BROOM, D. M. & MOLENTO, C. F. M. (2004). **Animal welfare: concept and related issues—review**. *Archives of Veterinary Science*, 9(2):1-11.

BROWN-BRANDL, T. M.; EIGENBERG, R. A.; NIENABER, J. A.; KACHMAN, S. D. **Thermoregulatory profile of a newer genetic line of pigs**. *Livestock Production Science*, v.71, p.253-260, 2001.

CAMPOS, J. A.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; SILVA, J. N.; CARVALHO, C. S.; MAUIRI, A. L. **Ambiente térmico e desempenho de suínos em dois modelos de maternidade e creche**. *Revista Ceres*, v.55, n.3, p.187-193, 2008.

CANDIANI, D. et al. **A combination of behavioral and physiological indicators for assessing pig welfare on the farm**. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, v.11, p.1-13, 2008.

CARVALHO, C.M.C.; ANTUNES, R.C.; CARVALHO, A.P.; CAIRES, R.M. **Bem-estar na suinocultura**. *Revista Eletrônica Nutritime*, v. 11, p. 2272-2286, 2013.

**Central de Inteligência de Aves e Suínos. Embrapa Suínos e Aves**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>. Acesso em: 18 de mar. 2024.

CENTURIÓN, R. A. O. **Ambiente térmico e bem-estar de suínos no período de descanso pré-abate**. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Grande Dourados.

CHAVES, A.; AZEVEDO, M.; BATISTA, A. M. V.; SAMPAIO, F. A. **Efeitos da aspersão de água sobre suínos nas fases de crescimento e terminação, durante a época de calor**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36. 1999, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SBZ, 1999.

CORDEIRO, M.B.; TINÔCO, I.F.F.; OLIVEIRA, P.A.V.; MENEGALI, I.; GUIMARÃES, M.C.C.; BAËTA, F.C.; SILVA, J.N. **Efeito de sistemas de criação no conforto térmico ambiente e no desempenho produtivo de suínos na primavera**. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa-MG, v.36, n.5, p.1.597-1.602, 2007

CURTIS, S.E. **Environmental managment in animal agriculture** Ames: State University Press, 1983. 409p.

FURTADO, J.M.S. **Efeitos das altas temperaturas no desempenho produtivo e reprodutivo de fêmeas suínas**. Revista Eletrônica Nutritime, online, Viçosa, v.17,n.01,p.8634-8646,jan/fev,2020.

GRANDIN, T. (2014). **Animal welfare and society concerns finding the missing link**. Meat Science, 98461- 469.

GUSTAFSSON, B. **The health and safety of workers in a confined animal system**. Livestock Production Science, Amsterdam, v.49, p.191-202, 1997

HOTZEL, M.J.; MACHADO FILHO, L.C.P. **Bem-estar animal na agricultura do século XXI**. *Rev. etol.* [online]. 2004, vol.6, n.1, pp.3-15. ISSN 1517-2805.

KIEFER, C.; MEIGNEN, B. C. G.; SANCHES, J. F.; CARRIJO, A. S. (2009). **Resposta**

**de suínos em crescimento mantidos em diferentes temperaturas**. Revista Archivos de Zootecnia. Córdoba, (221):55-64.

LE DIVIDICH, J.L. **Effect of environmental temperature on the performance of intensively reared growing pigs**. *Selezione Veterinaria*, v.32, p.191-207, 1991 (Suppl. 1).

MANNO, M.C.; OLIVEIRA, R.F.M.de.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, W.P.; VAZ, R.G.M.V.; SILVA, B.A.N.; SARAIVA, E.P.; LIMA, K.R. de S. **Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 30 aos 60kg**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.2, p.471-477, 2006.

MOTA, L.T.; SILVA, L.F. da.; MENEGALI, I.; SILVA, B.A.N. **Análise estrutural de instalações suínolas visando melhorias nos índices de conforto térmico**. Energia na Agricultura, Botucatu, v. 34, n. 3, p. 389-398, julho-setembro, 2019.

MOURA, D. J. Ventilação na suinocultura. In: SILVA, I. J. O (Ed.) **Ambiência e qualidade na produção indústria de suínos**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, p.149-179, 1999.

PAIANO, D.; BARBOSA, O.R.; MOREIRA, I.; QUADROS, A.R.B.; SILVA, M.A.A.da.; OLIVEIRA, C.A.L. **Comportamento de suínos alojados em baias de piso parcialmente ripado ou com lâmina d'água**. *Acta Scientiarum Animal Sciences*. Maringá, v.29, n.3, p.345-351,2007.

PANDORFI, H.; SILVA, I. J. O.; PIEDADE, S. M. S. **Conforto térmico para matrizes suínas em fase de gestação, alojadas em baias individuais e coletivas**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.12, n.3, p.326–332, 2008.

PIFFER, I.A.; PERDOMO, C.C.; SOBESTIANSSKY, J. **Efeitos de fatores ambientais na ocorrência de doenças**. In: SOBESTIANSSKY, J.; WENTZ, I.; SESTI, L.C.Suinocultura Intensiva.Concórdia: Embrapa, 1998. 261 p.

- RADOSTITIS, O. M.; GAY, C. C.; BLOOD, D. C.; HINCHCLIFF, K. W. (2002). **Clínica veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e equinos**. 9.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1737.
- RENAUDEAU, D.; NOBLET, J. **Effects of exposure to high ambient temperature and dietary protein level on sow milk production and performance of piglets**. Journal of Animal Science, v.79, p.1540-1548, 2001.
- RENAUDEAU, D.; NOBLET, J.; DOURMAD, J. Y. **Effect of ambient temperature on mammary gland metabolism in lactating sows**. Journal of Animal Science, v.81, p.217-231, 2003.
- RIBEIRO, B. P. V. B., LANFERDINI, E., PALENCIA, J. Y. P., LEMES, M. A. G., de ABREU, M. L. T., de SOUZA CANTARELLI, V., & FERREIRA, R. A. (2018). **Heat negatively affects lactating swine: A meta-analysis**. Journal of Thermal Biology, 74, 325-330.
- SAMBRAUS, H. H. (1998). **Applied ethology—it's task and limits in veterinary practice**. Applied Animal Behaviour Science, 59(1–3):39-48.
- SAMPAIO, C.A.P.; NÃÃS, I.A.; SALGADO, D.D.; QUEIRÓS, M.P.G. **Avaliação do nível de ruído em instalações para suínos**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.11, n.4, p.436-440, 2007.
- SAMPAIO, C. A. P.; CARDOSO, C. O.; SOUZA, G. P. **Temperaturas superficiais de telhas e sua relação com o ambiente térmico**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 230-236, março/abril 2011.
- SARTOR, V.; SOUZA, C. F.; TINOCO, I. F. F. **Informações básicas para projetos de construções rurais (unidade 2):instalações para suínos**. Viçosa, MG: UFV, 2004.(Construções Rurais e Ambiência, DEA –UFV).
- SILVA, B.A.N., OLIVEIRA, R.F.M., DONZELE, J.L., FERNANDES, H.C., LIMA, A.L.,RENAUDEAU D. & NOBLET, J. 2009. **Effect of floor cooling and dietary amino acids content on performance and behaviour of lactating primiparous sows during summer**. Livestock Science. 120: 25-34.
- SILVA, B.N.; RENAUDEAU, D.. **Interações entre ambiência e nutrição em suínos. Produção de suínos**. Associação Brasileira dos Criadores de Suínos (ABCS),2014.
- SNOWDON, C.T. **O significado da pesquisa em comportamento animal**. Estudos de Psicologia, v.4, n.2, p.365-373, 1999.
- SOUZA, R.G; GOMIDE, A.P.C; FEITOSA, T.J.O; CRISPIM, E.G; LEITE, D.P.S.B.M; FRANÇA, V.S; SOUSA, G.R, SOUSA, W.K.C.; JÚNIOR, J.E.M. de C.; MOTA, D.G. **Influência da temperatura na maternidade de suínos: revisão bibliográfica**. Research, Society and Development, v. 9, n. 3, 2020.
- VALE, M. M. **Caracterização e previsão de ondas de calor com impacto na mortalidade de frangos de corte**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). 101f, 2008, FEAGRI, Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas, SP: [s.n.], 2008.
- VELONI, M. L.; PRADO, P. L.; ARSSUFFI, B. M.; BALLESTERO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. G.; ABREU, P. B.; O, L. G. (2013). **Bem-estar animal aplicado nas criações de suínos e suas implicações na saúde dos rebanhos**. Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária, n. 21, periódico semestral.

WARRISS, P. D., BROWN, S. N., GADE, P. B., SANTOS, C., COSTA, L. N., LAMBOOII, E. & GEERS, R. (1998). **An analysis of data relating to pig carcass quality and indices of stress collected in the European Union**. Meat Science, 49(2):137-144.

ZANELLA, A. J. (1995). **Indicadores fisiológicos e comportamentais do bem-estar animal**. A Hora Veterinária, 14(8):47-52.

# AGROECOLOGIA NA FRUTICULTURA: PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS E DESAFIOS

*Data de submissão: 18/10/2024*

*Data de aceite: 01/11/2024*

### **Brenno do Nascimento Pereira Silva**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Baiano /  
Campus Valença, Bahia  
<http://lattes.cnpq.br/4484464067384095>

### **Rosana Andrade Bonfim**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Baiano /  
Campus Valença, Bahia  
<http://lattes.cnpq.br/961438084730684>

### **Edna Conceição da Silva**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Baiano /  
Campus Valença, Bahia  
<http://lattes.cnpq.br/6007269410637151>

### **Angelo Simão Chagas Araujo**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Baiano /  
Campus Valença, Bahia  
<https://lattes.cnpq.br/6271459204066974>

### **Sheila Assunção Matos**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Baiano /  
Campus Valença, Bahia  
<http://lattes.cnpq.br/3978538917226334>

### **Dilson Sousa Nascimento**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Baiano /  
Campus Valença, Bahia  
<http://lattes.cnpq.br/0342115517164084>

### **Viviane Peixoto Borges**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Baiano /  
Campus Valença, Bahia  
<http://lattes.cnpq.br/2250955040595931>

**RESUMO:** O capítulo aborda a produção agroecológica de frutíferas como alternativa sustentável frente aos desafios da agricultura contemporânea, enfatizando a importância de práticas que respeitam os ciclos naturais, promovem a saúde do solo e preservam a biodiversidade. A agroecologia é apresentada não apenas como um método de cultivo, mas como um movimento transformador do sistema alimentar, que favorece a permanência das famílias nos campos, valoriza os saberes locais e fortalece a independência dos pequenos agricultores. Assim, o texto analisa as práticas agroecológicas na fruticultura brasileira, revisando literatura relevante e enfatizando a necessidade de

um enfoque sistêmico que integre dimensões culturais, políticas e sociais. Entre os benefícios destacados estão a redução de custos de produção, a promoção de uma alimentação saudável e a melhoria da segurança alimentar nas comunidades são apresentados, evidenciando a viabilidade econômica das práticas agroecológicas. No entanto, apesar das vantagens, existem desafios significativos, como a falta de conhecimento técnico especializado e acesso limitado a mercados que ainda precisam ser superados. O manejo adequado do solo e o controle biológico de pragas são consideradas fundamentais para o sucesso da fruticultura agroecológica. Práticas como a rotação de culturas, uso de adubos orgânicos, uso de sistemas agroflorestais e a manutenção de habitats naturais são essenciais para garantir a sustentabilidade a longo prazo. Pode-se concluir que a agroecologia, ao integrar saberes tradicionais e práticas sustentáveis, é crucial para garantir a saúde do solo e promover uma agricultura mais justa e resiliente, colaborando na preservação ambiental e no bem-estar das comunidades rurais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sustentabilidade, manejo do solo, agricultura familiar

## AGROECOLOGY IN FRUIT GROWING: SUSTAINABLE PRACTICES AND CHALLENGES

**ABSTRACT:** The chapter addresses agroecological fruit production as a sustainable alternative to the challenges of contemporary agriculture, emphasizing the importance of practices that respect natural cycles, promote soil health, and preserve biodiversity. Agroecology is presented not only as a farming method but also as a transformative movement for the food system, fostering the permanence of families in rural areas, valuing local knowledge, and strengthening the independence of small farmers. The text analyzes agroecological practices in Brazilian fruit farming, reviewing relevant literature and emphasizing the need for a systemic approach that integrates cultural, political, and social dimensions. Among the highlighted benefits are the reduction of production costs, the promotion of healthy food, and the improvement of food security within communities, demonstrating the economic viability of agroecological practices. However, despite these advantages, there are significant challenges, such as the lack of specialized technical knowledge and limited market access, which still need to be overcome. Proper soil management and biological pest control are considered crucial for the success of agroecological fruit farming. Practices like crop rotation, the use of organic fertilizers, agroforestry systems, and the preservation of natural habitats are essential to ensuring long-term sustainability. It can be concluded that agroecology, by integrating traditional knowledge and sustainable practices, is vital for maintaining soil health and promoting a fairer and more resilient agriculture, contributing to environmental preservation and the well-being of rural communities.

**KEYWORDS:** Sustainability, soil management, family farming

## INTRODUÇÃO

A produção agroecológica de frutas vem ganhando destaque como uma alternativa viável e sustentável diante dos desafios contemporâneos da agricultura. Este modelo busca integrar práticas agrícolas que respeitam os ciclos naturais, promovendo a saúde

do solo, a biodiversidade e a segurança alimentar. Onde o uso do solo de forma adequada proporciona sustentabilidade que contempla questões socioambientais.

No contexto atual, marcado por preocupações ambientais e sociais, a agroecologia se apresenta não apenas como uma forma de cultivo, mas como um movimento que visa transformar o sistema alimentar em suas múltiplas dimensões. Por meio das práticas agroecológicas, objetiva-se a permanência das famílias no campo com o manejo sustentável dos solos, a conservação dos recursos naturais, a valorização dos saberes locais e a independência dos pequenos agricultores que comercializam seus produtos de forma direta entre o agricultor e consumidor (SANTOS et al, 2014).

Este trabalho discorre sobre a agroecologia na fruticultura, destacando as práticas agroecológicas na produção de frutas, investigando suas análises metodológicas via referenciais bibliográficas, que dialogam com essa temática de forma holística e sistêmica, apontando os benefícios e desafios que o cenário agroecológico enfrenta para se fazer presente na atualidade. Buscou-se compreender como as práticas impactam não apenas no sistema produtivo, mas também na vida das comunidades envolvidas, contribuindo para um modelo agrícola mais justo e resiliente.

## AGROECOLOGIA

Segundo Gliessman (2018), a agroecologia é definida pela “Integração de pesquisas, educação, mudanças e ações que propiciam a sustentabilidade para todas as partes do sistema alimentar como ecológico, social e econômico, podendo ser transdisciplinar, participativa e orientada por ações. Sua abordagem é baseada no pensamento ecológico, onde há uma compreensão holística sobre ser. Caporal (2020), afirma que ela é uma nova ciência que foi construída com a contribuição de várias temáticas, como ecologia, agronomia e antropologia, e se situa no campo da complexidade, no qual exige um enfoque holístico e uma abordagem sistêmica dos agroecossistemas mais sustentáveis.

A agroecologia envolve dimensões amplas e complexas, incluindo circunstâncias culturais, políticas, econômicas, sociais, ambientais e éticas, sendo fundamental para o desenvolvimento sustentável (OLIVEIRA et al., 2020). É importante salientar que a agroecologia nos traz um conceito de projeto social de desenvolvimento baseado na sustentabilidade ecológica e na equidade social. Estas são contribuições para o campo não somente em questões de produtividade, mas com relação à preservação ambiental, à saúde do solo, da água e das pessoas.

O pensar agroecológico surge numa perspectiva recuperativa almejando a proteção do meio natural e do próprio ser humano, prezando por uma sustentabilidade contemplativa a todos os meios de vida. Os impactos negativos que o solo vem sofrendo em decorrência das atividades desempenhadas pelo homem, requer práticas saudáveis para continuar garantindo a existência da biodiversidade planetária. Ao longo de sua trajetória, a

agroecologia passou a integrar contribuições filosóficas e científicas de diferentes áreas do saber, estabelecendo princípios, métodos e critérios para análise e desenvolvimento. Isso também fomentou debates sobre a construção de uma epistemologia própria para o campo. (DIAS et al, 2021).

Os conhecimentos tradicionais dos agricultores e agricultoras familiares com os sistemas agrícolas, são experiências importantíssimas para referência e construção do conhecimento agroecológico, logo também no processo de transição agroecológico para diferentes públicos em diversas regiões do país, pela riqueza de saberes e fazeres que podemos dizer, sofisticados de trabalhar a agricultura respeitando os recursos naturais.

## FRUTICULTURA AGROECOLÓGICA

A agroecologia, enquanto ciência, prática e movimento, defende a integração dos elementos do ecossistema agrícola, aproveitando ao máximo as interações entre solo, plantas, água, clima e agentes biológicos, para promover um equilíbrio sustentável. Na fruticultura, essa abordagem exige uma compreensão profunda das interações entre as espécies vegetais e seu ambiente. Por exemplo, o uso de culturas consorciadas e a manutenção de árvores nativas ao redor dos pomares ajuda a reduzir a influência de pragas e doenças, ao mesmo tempo que promove a conservação dos recursos hídricos e da biodiversidade (ALTIERI, 2002).

De acordo com Chaves (2018), produções de hortaliças e frutas agroecológicas, se mostram viáveis e com melhores indicadores econômicos e socioambientais quando comparados com o sistema convencional, sendo, portanto, indicados aos agricultores familiares, a fim de adentrarem nesse nicho de mercado e se sobressaírem na geração de lucro e renda. A fruticultura agroecológica desempenha um papel crucial para o pequeno agricultor, permitindo a redução significativa dos custos de produção e a obtenção de uma colheita orgânica de qualidade. Essa prática contribui para uma vida mais saudável para todos, ao oferecer alimentos livres de agrotóxicos (OLIVEIRA et al., 2013). A fruticultura agroecológica também apresenta vantagens econômicas e sociais importantes. Além de reduzir os custos de produção ao diminuir o uso de insumos externos, esse modelo produtivo pode gerar produtos de maior valor agregado, especialmente no mercado de orgânicos.

Apesar dos benefícios, a adoção em larga escala da fruticultura agroecológica enfrenta desafios. A falta de conhecimento técnico especializado, o acesso limitado a mercados para produtos agroecológicos e as dificuldades em garantir certificações de orgânicos são obstáculos comuns enfrentados pelos produtores. No entanto, políticas públicas que incentivam a transição para práticas sustentáveis e o fortalecimento de redes de comercialização locais contribuem para a expansão desse modelo produtivo (Almeida; Rodrigues, 2023).

A agroecologia busca harmonizar a produção agrícola com a proteção ambiental e a equidade social. Esta abordagem promove práticas agroecológicas, como a rotação de culturas, uso de adubos orgânicos, controle biológico de pragas e manejo sustentável dos recursos naturais, visando não apenas a produtividade, mas também a resiliência e a sustentabilidade a longo prazo.

## **PRÁTICAS AGROECOLÓGICAS NA FRUTICULTURA**

Segundo Rendin (2017), a importância da existência de práticas e métodos de produção agroecológicos tem uma base com relação menos danosa ao ambiente, sem utilização de agrotóxicos, são identificadas como um caminho mais adequado para o desenvolvimento agrícola com foco no direito à alimentação, na autonomia das populações mais vulneráveis e em relação mais equilibrada com os recursos naturais.

De acordo com Giovannini et al. (2020), a saúde do solo vem sendo compreendida como um fator essencial para a agricultura e principalmente quando se preza por alimentos saudáveis. Essas práticas agroecológicas contribuem para a permanência da família no campo, pois valorizam os saberes locais, propiciam o manejo sustentável dos solos e a conservação dos recursos naturais (GUEDES; MARTINS, 2011).

Assim, a agroecologia se constrói apoiada na valorização dos recursos locais e nas práticas e métodos tradicionais de manejo produtivo dos ecossistemas, e sua evolução como ciência se dá quando são criadas condições favoráveis para o diálogo e a troca de experiências e saberes (SANTOS; QUINTERO, 2018). Ainda afirma Toledo e Barrera-Bassols (2015), que a agroecologia é uma ciência que vem se construindo como necessária e urgente para defender as memórias, cultivar as sabedorias, garantindo o futuro da humanidade.

As práticas agroecológicas e suas ferramentas, desde que adequadas, contribuem para a conservação do solo de forma equilibrada, garantindo o controle de microorganismos. Assim o manejo do solo envolve todos os tratamentos culturais aplicados à camada de solo utilizada pelas plantas frutíferas, desde o momento do plantio até a colheita (FACHINELLO et al., 2008). O solo é um elemento relevante tanto para o meio físico, biótico e antrópico, seu manejo inadequado provoca uma série de danos que pode comprometer desde a fertilidade, a produtividade e a comercialização.

Fachinello et al (2008), afirmam que o manejo do solo e a sua execução precisam estar em comum acordo com o sistema de plantio, levando em consideração o espaçamento adotado, o tamanho da área, a espécie cultivada, o clima e topografia. Os fenômenos provocados pelas ações humanas, na maioria das vezes são os grandes responsáveis pelos desequilíbrios e mortalidade do solo.

Um dos principais desafios da fruticultura é o manejo adequado do solo, especialmente em áreas propensas à erosão. Na fruticultura agroecológica, práticas como

o uso de cobertura verde, adubação orgânica e rotação de culturas são essenciais para manter a saúde do solo. O uso de compostagem e biofertilizantes também desempenha um papel crucial na recuperação da fertilidade do solo e na redução do uso de insumos químicos (SILVA, 2020).

As estratégias de uso agroecológicas são inúmeras. Os autores PIZZAIA et al. (2020), mencionam a barreira natural, biofertilizantes, compostagem, capina alternada entre outras como mecanismos agroecológicos viáveis para garantir o equilíbrio do solo.

O controle biológico de pragas é um aspecto fundamental da fruticultura agroecológica, que preconiza a utilização de inimigos naturais das pragas, como predadores e parasitoides, em vez de pesticidas químicos. A diversificação de culturas e a manutenção de habitats naturais ao redor das áreas de cultivo são práticas que favorecem a presença desses inimigos naturais, resultando em um controle mais equilibrado e menos impactante no ambiente (Souza; Menezes, 2021).

Em se tratando do manejo, Peneireiro (2019), afirma que os Sistemas Agroflorestais (SAFs) são amplamente aplicados na fruticultura agroecológica. Estes sistemas combinam árvores frutíferas com outras espécies vegetais, criando uma diversidade que imita ecossistemas naturais e maximiza a eficiência do uso do solo.

Além disso, os SAF's ajudam a melhorar a fertilidade do solo e a reduzir a erosão. A inclusão de leguminosas arbóreas, por exemplo, pode aumentar os níveis de nitrogênio disponíveis no solo, reduzindo a necessidade de fertilizantes químicos.

As experiências tradicionais advindas do trabalho dos agricultores de base familiar, que muitas das vezes não têm o reconhecimento por parte de entidades competentes, elevando os custos para o processo de produção, faz com que o agricultor familiar adote mecanismos e utilize práticas mais simples, mais baratas, que contribuem ecologicamente para a sustentabilidade dos recursos naturais e produção de alimentos mais saudáveis.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio de práticas agroecológicas podemos promover ao meio ambiente a preservação dos recursos naturais, a redução dos impactos ambientais e estabelecer um equilíbrio entre a produção agrícola e a conservação ambiental.

Desta forma a fruticultura agroecológica oferece uma alternativa viável, alinhada aos princípios de preservação ambiental, equidade social e previsões econômicas. Alinhada com os conhecimentos tradicionais dos agricultores e agricultoras familiares com os sistemas agrícolas, são experiências importantíssimas para referência e construção do conhecimento agroecológico, logo também no processo de transição agroecológica para diferentes públicos em diversas regiões do País, pela riqueza de saberes e fazeres que podemos dizer, sofisticados de trabalhar a agricultura respeitando os recursos naturais nos seus territórios.

Por fim, ao fomentar um modelo de produção que respeita os ciclos naturais e valoriza o conhecimento local, a agroecologia não apenas contribui para a segurança alimentar, mas também para a construção de um futuro mais justo e sustentável. É imperativo que continuemos a promover e apoiar iniciativas que visem a transição agroecológica, reconhecendo a importância vital da fruticultura agroecológica como pilar para um sistema alimentar mais equilibrado e resiliente.

## REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária; AS-PTA, 2002. 592 p.

ALMEIDA, P. L., & RODRIGUES, M. J. (2023). **Políticas públicas e o incentivo à agroecologia no Brasil**. *Revista de Agroecologia*, 18(2), 89-101.

CAPORAL, F. R. **Agroecologia não é um tipo de agricultura alternativa**. 2020. Disponível em: <https://frcaporal.blogspot.com/2020/03/agroecologia-nao-e-um-tipo-de.html>. Acesso em: 18 set. de 2024.

CHAVES, H.I.J. **Produção agroecológica e viabilidade econômica para pequenos produtores**. 2018. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, Anápolis.

DIAS, A. P.; STAUFFER, A. B.; MOURA, L. H. G.; VARGAS, M. C. **Dicionário de agroecologia e educação**. São Paulo: Expressão Popular; Rio de Janeiro: EPSJV, 2021.

FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, Elio. **Fruticultura Fundamentos e Práticas**. Pelotas: FAEM/UFPel, 2008. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/fruticultura/files/2017/05/Livro-de-Fruticultura-Geral.pdf>; Acesso em: 15 set. 2024.

GIOVANNINI, L. F.; MELO, D. M. A.; COARACY, T. do N.; BARRETO, P. C. C.; DINIZ, B. L. M. T. **Saúde do solo aos olhos da cromatografia de Pfeiffer em um subsistema de cultivo de noni (*Morinda citrifolia* L.)**. Cadernos de Agroecologia, Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, São Cristóvão, Sergipe - v. 15, no 2, 2020.

GLIESSMAN, S. (2018). **Defining Agroecology. Agroecology and Sustainable Food Systems**, 42(6), 599-600, DOI: <https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1432329>

GUEDES, Z.M. & MARTINS, J.C.V. (2011). **Agroecologia e Gênero: Perspectiva Socioambiental no Assentamento Mulunguzinho em Mossoró-RN**. *Revista Verde*, 5(1), 66-76.

OLIVEIRA, H. C. de; SANTOS, S. C. L.; NEVES, A. P. M.; OLIVEIRA, J. D. de; PAULA, M. M. M. X.; PAIVA, A. C. C.; SANTOS, J. O. G. dos. **Práticas e atividades em fruticultura agroecológica**. Informativo Técnico do Semiárido, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 30–39, 2013. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/INTESA/article/view/3358>. Acesso em: 30 ago. 2024.

OLIVEIRA, I. V. de; SANTOS, M. T. dos; MATOSO, A. O; CONCEIÇÃO, A. F da. **Agroecologia: Alguns conceitos e princípios**. Cadernos de Agroecologia, Dourados, MS, v. 15, n. 4, Anais do 1º Congresso Online Internacional de Sementes Crioulas e Agrobiodiversidade, 2020.

PENEIREIRO, F. (2019). **Sistemas Agroflorestais e sua contribuição para a sustentabilidade.** *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*. Agroecologia.

PIZZAIA, Luiz G. E; LEAL, Larissa S. G; DUVAL, Henrique C; FERRAZ, Jose M. G; GÊMERO, Cesar G. **A organização de controle social e as práticas de base agroecológica.** *Cadernos de Agroecologia, Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, São Cristóvão, Sergipe - v. 15, nº 2, 2020.*

RENDIN, C. **Agrobiodiversidade e sua articulação entre as dimensões da Segurança Alimentar e Nutricional: uma análise multiescalar no Território Rural.** Campos de Cima da Serra, Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas, Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Rural, Porto Alegre, RS. 2017. 148 f.

SANTOS, C. F. dos; SIQUEIRA, E. S.; ARAUJO, I. T. del; MAIA, Z. M. G. **A agroecologia como perspectiva de sustentabilidade na agricultura familiar.** *Revista Ambiente e Sociedade*. Sao Paulo – SP, jun, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2014000200004> . Acesso em: set, 2024.

SANTOS, M.G.; and QUINTERO, M., comps. **Saberes tradicionais e locais: reflexões etnobiológicas** [online]. Rio de Janeiro: EDUERJ, 2018, 191 p. ISBN: 978-85-7511-485-8. <https://books.scielo.org/id/zfzg5>>. Acesso em 30. Set de 2024.

SILVA, A.L. (2020). **Manejo do solo em sistemas agroecológicos de fruticultura.** *Ciência Rural* 45(9), 1056-1064.

SOUZA, L.P., MENEZES, C. A. (2021). **Controle biológico de pragas em pomares agroecológicos** . *Revista de Entomologia Agroecológica* , 13(1), 45-43.

TOLEDO, V.M; BARRERA-BASSOLS, N. **A memória biocultural: a importância ecológica das sabedorias tradicionais.** São Paulo: Expressão Popular, 2015.

# ANÁLISIS DE USO DE PLAGUICIDAS EN CULTIVO DE CAÑA

---

*Data de submissão: 22/10/2024*

*Data de aceite: 01/11/2024*

### **Graciano Calva Calva**

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados unidad Zacatenco.

### **Octavio Gómez Guzman**

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados unidad Zacatenco.

### **José Manuel Carrión Jiménez**

Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo

### **José Luis González Bucio**

Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo

### **Joel Omar Yam Gamboa**

Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo

### **Víctor Hugo Delgado Blas**

Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo

### **Norma Palacios Ramírez**

Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo

### **Walter Magaña Landero**

Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo

**RESUMEN:** En este trabajo se presentan los resultados del análisis de muestras de suelo de una parcela de cultivo de caña en Ranchito, Corozal Belice para detectar presencia de agroquímicos en ellas. El análisis cromatográfico reveló la presencia de glifosato como único compuesto presente en 16 de las 20 muestras de suelo analizadas. La presencia de glifosato es un indicativo de que aún se sigue utilizando este herbicida catalogado como cancerígeno por el Centro de Investigación del Cáncer. Por lo cual el uso de este herbicida conlleva un riesgo de contaminación tanto para Belice como para Chetumal por la proximidad de los campos de cultivo con cuerpos de agua ubicados en estos lugares. Adicionalmente se analizaron las 20 muestras de suelo mediante la medición de la conductividad, el pH, contenido de nitrógeno y fósforo extraíble. El pH promedio de las 20 muestras analizadas fue de  $6.94 \pm 0.07$  y para la conductividad se calculó un valor promedio de  $0.605 \pm 0.107$  dS/m. La concentración promedio de fósforo de las 20 muestras analizadas fue de  $18.70 \pm 3.26$  mg/kg. El objetivo de este estudio es investigar la presencia de glifosato en muestras de suelo de parcela de campo de cultivo

**PALABRAS CLAVE:** Glifosato, cultivo

## INTRODUCCIÓN

El uso de herbicidas y plaguicidas para la agroindustria cañera en la zona norte de Corozal Belice representa un grave problema de contaminación. En años recientes la Junta de Control de Pesticidas (PCB, por sus siglas en inglés) de Belice, el principal órgano regulador del uso y manejo de herbicidas y plaguicidas para uso agrícola, indica que desde 1980 se incrementó el uso de estos en campos agrícolas (Board, 2016). Recientemente la Junta de Control desarrolló un plan estratégico (2017-2021) para regular el uso de estos químicos contaminantes; sin embargo, esta junta reporta el uso actual de herbicidas y plaguicidas en actividades agrícolas como el glifosato, el diurón, el picloram, el gramuron y el ametryne. El glifosato es un herbicida usado ampliamente a nivel mundial para el control de maleza y es un herbicida de amplio espectro no selectivo y sistémico por lo que se encuentra en todos los tejidos de los vegetales rociados con este herbicida. El glifosato y su metabolito de degradación el ácido aminometilfosfónico (AMPA) son compuestos contaminantes; un informe de la Agencia Internacional del Cáncer (IARC) concluyó que existían datos y estudios suficientes para establecer una relación entre la exposición al glifosato y determinados cánceres en animales (IARC, 2020), donde existen varios estudios científicos que demuestran que hay pruebas suficientes de que el glifosato es un compuesto cancerígeno (Andreotti y col., 2018, Berry, 2020, Mink y col., 2012). El ácido aminometilfosfónico (AMPA), cuya fórmula estructural es  $\text{CH}_6\text{NO}_3\text{P}$ , es un producto de degradación del glifosato y su principal metabolito. La ruta principal de desactivación del glifosato es la hidrólisis al ácido aminometilfosfónico (AMPA). Este compuesto presenta un ácido orgánico débil de baja toxicidad con un grupo de ácido fosfórico. Este presenta un carácter polar y alta solubilidad en agua. Su periodo de vida media es de aproximadamente 3 años. El AMPA fue descubierto en lechuga y cebada cultivadas en un año tras el tratamiento del suelo con glifosato (Mink y col. 2012). Debido a lo antes mencionado el glifosato representa un problema de contaminación ya que al ser usado en campos de cultivo como el de caña, este puede ser bioacumulado por las plantas y ser transportado del suelo a cuerpos de agua cercanos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de Estudio

20 muestras de suelo fueron colectadas de una parcela de caña de azúcar de 2 hectáreas (200 x 100 m) ubicado en el poblado de Ranchito Corozal Belice con coordenadas de Latitud 18°21'48.1" Norte y 88°24'30.2" oeste. Las muestras de suelo fueron etiquetadas como M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10, M11, M12, M13, M14, M15, M16, M17,

M18, M19 y M20 y se recolectaron a una distancia de 20 metros de distancia entre ellas La parcela fue muestreada el 26 de marzo del 2022 siguiendo el método de muestreo simple indicado en la norma NOM-021-RECNAT-2000. Las muestras fueron colectadas el 26 de marzo del 2022, durante ese mes no se presentaron precipitaciones pluviales.

## **Análisis Cromatográfico**

20 muestras de suelo fueron colectadas en frascos de plástico de 200 ml y fueron tamizadas para retirar piedras. Se tomaron 10 g. de suelo tamizado y se le adicionó 100 ml de diclorometano para posteriormente colocarlo en un rotavapor a 40°C y 300 rpm para evaporar el diclorometano a sequedad y posteriormente se diluyeron en 30  $\mu$ l de diclorometano y para su análisis se inyectaron 5  $\mu$ l de forma manual.

## **Cromatógrafo de Gases condiciones experimentales**

Se utilizó un cromatógrafo de gases Perkin Elmer serie 9000 equipado con detector de flama ionizada para el análisis de las muestras de suelo las condiciones experimentales fueron las siguientes: Temperatura del inyector 250 °C con un programa de temperatura de 70 °C durante 2 minutos e incrementos de temperatura de 10 °C/min hasta 280 °C. Las condiciones del acoplamiento de masas fueron: temperatura de la fuente de ionización (230 °C), temperatura de la línea de transferencia (250 °C) y una energía de ionización de 70 eV.

## **Caracterización del suelo**

### **Conductividad y pH de suelo**

Se midieron mediante el método propuesto en la NOM-021-RECNAT-2000, que consistió en preparar un extracto acuoso de suelo (1:2 p/v) y medir el pH y conductividad del extracto con un medidor de pH y un medidor de conductividad. Se pesaron 10 g de suelo y se vertieron 20 ml de agua desionizada. La mezcla se dejó durante 30 minutos, con agitaciones manuales cada 5 minutos. El extracto de suelo se filtró dos veces con un filtro de poro cerrado y se midió pH y conductividad con Un medidor de pH y conductividad portátil Hanna.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Caracterización del Suelo**

Los resultados de las determinaciones en suelo de las muestras analizadas se presentan en la Tabla 3.1. El pH promedio de las 20 muestras analizadas fue de 6.94  $\pm$  0.07 este resultado indica que el pH del suelo de la parcela fue neutro de acuerdo con

la NOM-021-RECNAT-2000. No se encontró diferencia significativa de pH entre las 20 muestras analizadas ( $\alpha = 0.10$ ). En cuanto a los valores de la conductividad se calculó un valor promedio de  $0.605 \pm 0.107$  dS/m, de acuerdo con la NOM-021-RECNAT-2000 conductividades menores a 0.8 dS/m corresponden a suelos con una salinidad baja por lo que el suelo presenta condiciones ideales para cualquier cultivo. La concentración promedio de fósforo de las 20 muestras analizadas fue de  $18.70 \pm 3.26$  mg/kg. Estas concentraciones de fosforo en el suelo son adecuadas para cualquier cultivo según la norma NOM-021-RECNAT-2000 por lo cual este tipo de suelo no presenta deficiencia de este nutriente.

Muestra	pH	Conductividad (dS/m)	P (mg/kg)	Muestra	pH	Conductividad (dS/m)	P (mg/kg)
1	6.80	0.343	19.89	11	6.98	0.638	16.46
2	6.92	0.652	12.78	12	7.04	0.529	21.36
3	7.04	0.581	18.61	13	6.95	0.682	20.98
4	6.78	0.474	15.37	14	6.99	0.699	17,85
5	6.98	0.521	16.43	15	7.01	0.593	22.72
6	6.91	0.792	21.59	16	6.93	0.602	21.87
7	6.92	0.663	18.37	17	6.98	0.588	19.04
8	7.01	0.574	21.12	18	6,91	0.497	18.77
9	6.94	0.553	20.68	19	6.87	0.622	19.69
10	6.93	0.692	18.74	20	6.91	0.801	21.74

Tabla 3.1: Resultados de la caracterización del suelo de la parcela analizada.

## ANÁLISIS CROMATOGRÁFICO DE LAS MUESTRAS DE SUELO

El uso excesivo del glifosato y su impacto en el medio ambiente ha promovido el análisis químico del glifosato en el agua, el suelo y alimentos. Debido a la complejidad y características específicas de la molécula para ser analizada en primera etapa esta debe ser detectada y posteriormente cuantificada. En el caso de muestras de suelos y agua su detección es particularmente más difícil debido a que esta puede diluirse concentraciones muy pequeñas. En el análisis de la parcela objeto de este estudio de tesis los cromatogramas obtenidos para las muestras M1, M2, M3, M4, M6, M7, M8, M10, M14, M16, M17, M18, M19 y M20 confirmaron la presencia del herbicida glifosato. La Figura 1 presenta los cromatogramas para las muestras M1, M6, M18 y M19. Esto es un indicativo del uso al menos de este herbicida en el control de maleza para el cultivo de caña en la parcela analizada. El glifosato es un compuesto que no contiene una estructura química compleja, pero al tener cuatro grupos altamente polares se dificulta el análisis por métodos convencionales, los resultados obtenidos muestran que se presentan concentraciones traza de este herbicida y los cromatogramas para las muestras M16, M19 y M20 presentaron los picos más altos de glifosato. Para las muestras M5, M9, M11, M12, M13, M15 no se detectó presencia de glifosato esto puede ser debido al transporte de las muestras se realizó vía

terrestre, donde primero debieron ser transportadas desde la parcela en Ranchito Corozal hasta el laboratorio de Química ambiental en Chetumal para su posterior traslado vía paquetería al laboratorio de Ingeniería Metabólica del Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV) para su análisis cromatográfico. Es importante recalcar este traslado, ya que al no contar con laboratorio de cromatografía en la Universidad de Quintana Roo el análisis tuvo que ser realizado en dicho centro de investigación, por lo cual otros compuestos químicos como plaguicidas o herbicidas que pudieran estar presentes probablemente se volatilizaron, esto podría ser confirmado en posterior estudio. Sin embargo, la importancia de este trabajo radica en el hecho de que a pesar de afirmarse por algunos cañeros que el glifosato no es usado actualmente; los cromatogramas para las muestras antes mencionadas evidencian el uso de este herbicida tóxico y cancerígeno. El uso de este herbicida conlleva problemas para México dado la colindancia de Belice con Chetumal. En efecto la parcela analizada representa aproximadamente el 10 % de las 2000 hectáreas de parcelas utilizadas en Corozal para la siembra de caña y dado su cercanía con Chetumal, el Río Nuevo y la Bahía de Belice, tal como se puede observar en la Figura 2; este herbicida y otros compuestos químicos que pudieran seguir siendo utilizados representarían problemas de contaminación para Belice y Chetumal.

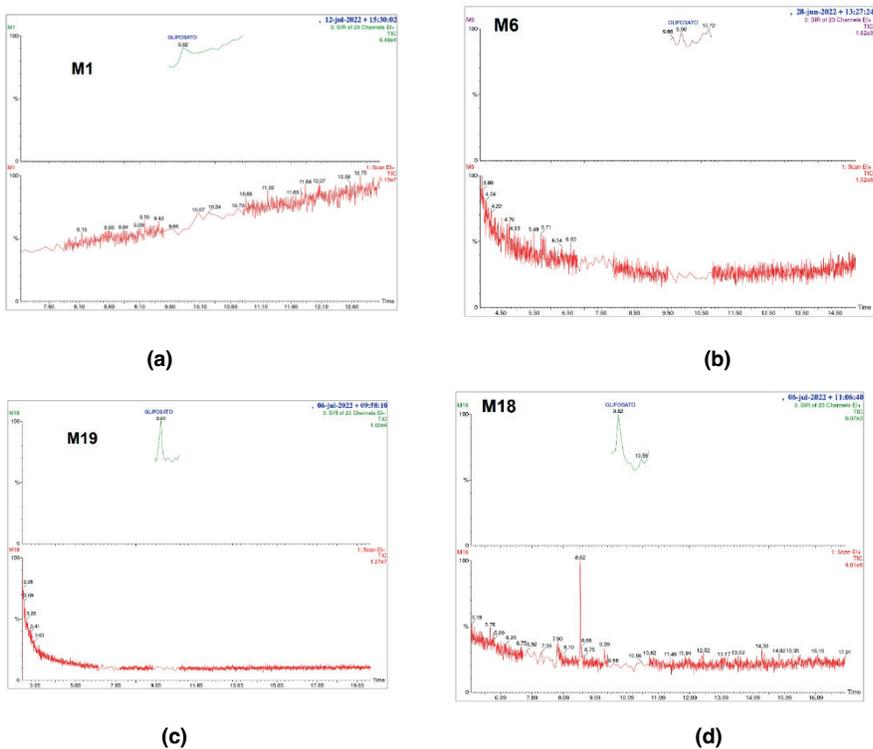


Figura 1. Cromatogramas correspondientes a las muestras M1, M6, M18 y M19

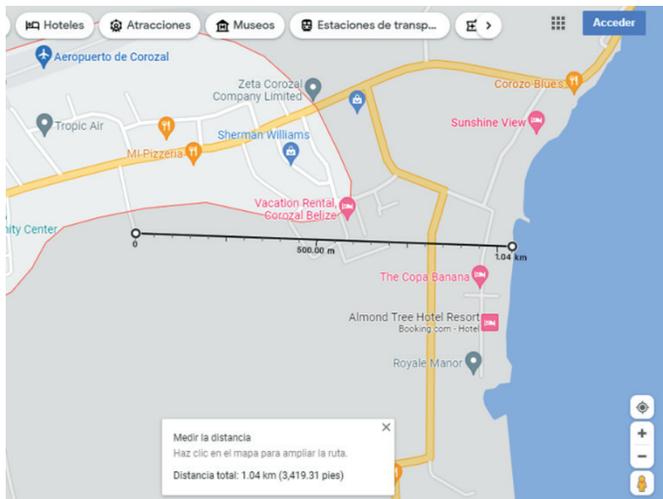


Figura 2. Distancia de la parcela analizada hacia a la bahía de Corozal

## REFERENCIAS

Andreotti, G., Koutros, S., Hofmann, J., Sandler, D., Lubin, J., Lyn, C., Freeman, L. (2018). Glyphosate Use and Cancer Incidence in the. *Journal Cancer Natioanl Inst*, **15** 509-516.

Asr, B. (7th de April de 2015). *Belize Sugar*. Obtenido de Belize Sugar: <http://www.sugarindustryofbelize.com/new-blog-1/2015/4/7/soil-types-in-belizes-sugar-cane-area#:~:text=The%20predominant%20soils%20identified%20by,%2C%20Vertisols%2C%20Mollisols%20and%20Alfisols.>

Berry, C. (2020). Glyphosate and cancer: the importance of the picture. *Pest management Science*, **25**, 2874-2877.

Board, P. C. (2016). *Pesticide Control Board*. Obtenido de Pesticide Control Board : <https://www.pcbbelize.com/organizational-structure/>

IARC. (febrero de 2020). [https://www.iarc.who.int/cards\\_page/iarc-publications/](https://www.iarc.who.int/cards_page/iarc-publications/). Recuperado el 15 julio de 2022

Intertox, O. S. (2017). *Roadside Vegetation Management Herbicide Fact Sheet*. Washington State Department of Transportation's.

Mink, P., Mandel, J., Scurmann, B., & Lundin, J. (2021). Epidemiologic studies of glyphosate and cancer: A review. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, **42**, 440-452.

Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis.

# ZONEAMENTOS TERRITORIAIS DE ÁREAS FAVORÁVEIS À PRAGA QUARENTENÁRIA AUSENTE *Conogethes punctiferalis* CONSIDERANDO HOSPEDEIROS NO BRASIL

Data de submissão: 26/09/2024

Data de aceite: 01/11/2024

### Rafael Mingoti

Embrapa Territorial  
Campinas- São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/3479283038505977>

### Maria Conceição Peres Young Pessoa

Embrapa Meio Ambiente  
Jaguariúna - São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/7609273004875279>

### Leonardo Massaharu Moriya

QueenNut Indústria e Comércio Ltda  
Dois Córregos – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/1926872205054500>

### Pedro Luís Blasi de Toledo Piza

QueenNut Indústria e Comércio Ltda  
Dois Córregos – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/0479949355393817>

**RESUMO:** *Conogethes punctiferalis* Guenée, 1854 (Lepidoptera: Crambidae) é listada como praga quarentenária ausente (PQA) no Brasil. Essa mariposa é altamente polífaga e, entre seus diversos hospedeiros, citam-se também os cultivos de frutíferas, de grãos, florestais e da noqueira macadâmia. O transporte e comércio de plantas, sementes e frutos infestados favorecem sua dispersão e ocorrência em áreas com

a presença de hospedeiros, demandando ações estratégicas que viabilizem sua rápida identificação e monitoramento preventivo contra a entrada em áreas favoráveis ao seu desenvolvimento no território nacional. Este trabalho apresenta o zoneamento territorial de áreas favoráveis à PQA *Conogethes punctiferalis* no Brasil, considerando a presença de ao menos uma área plantada com seus 29 cultivos hospedeiros presentes no país. A identificação de áreas nacionais favoráveis ao inseto foi obtida por modelagem de nicho ecológico (GARP/Openmodeller) considerando dados internacionais de locais já atacados pelo inseto no exterior, bem como informações nacionais de fatores climáticos nacionais (obtidos a partir do BDMET/INMET) e de áreas com a presença de plantio de ao menos um dos 29 hospedeiros (recuperadas do IBGE e da Associação Brasileira de Noz Macadâmia). Essas informações foram disponibilizadas em SIG ArcGIS, considerando a malha territorial nacional (IGBE) para a obtenção do zoneamento esperado. Os resultados obtidos apontaram que 4626 municípios, distribuídos em 490 microrregiões das 27 unidades da federação (UF) foram aptos à PQA. As localizações indicadas pelos

zoneamentos de áreas aptas a *Conogethes punctiferalis* no Brasil contribuem para as estratégias preventivas de defesa fitossanitária nacional com foco nessa PQA.

**PALAVRAS-CHAVE:** praga quarentenária; modelagem; SIG; CSFI; macadâmia.

## TERRITORIAL ZONING MAPS OF FAVORABLE AREAS FOR THE ABSENT QUARANTINE PEST *Conogethes punctiferalis* CONSIDERING HOST CROPS IN BRAZIL

**ABSTRACT-** *Conogethes punctiferalis* Guenée, 1854 (Lepidoptera: Crambidae) is presented as an absent quarantine pest (AQP) in Brazil. This moth is highly polyphagous and among its various hosts could also be mentioned the fruit, grain, forest, and macadamia nut crops. The transport and trade of infested plants, seeds, and fruits favor its dispersion and occurrence in areas with the presence of hosts, demanding for strategical actions to enable its rapid identification and preventive monitoring against the entry in favorable areas for its development on the national territory. This work presents the territorial zoning map of favorable areas for the AQP *Conogethes punctiferalis* in Brazil, considering the presence of at least one planted area of its 29 host crops present in the country. The identification of national areas favorable for the insect was obtained by ecological niche modeling (GARP/Openmodeller), considering international data from places already attacked abroad by the insect, as well as national information of climatic factors (obtained from BDMET/INMET) and of areas with the presence of planting of at least one of the 29 hosts (retrieved from IBGE and from Brazilian Association of Macadamia Nut). This information was made available in GIS ArcGIS, considering the grid of national territorial (IGBE) to obtain the expected zoning map. The results obtained showed that 4626 municipalities, distributed in 490 micro-regions of the 27 federation units (UF) were apt for the AQP. The places indicated by the zoning map of favorable areas for *Conogethes punctiferalis* in Brazil contribute to preventive strategies for the national phytosanitary defense focusing on this AQP.

**KEYWORDS:** quarantine pest; modeling; GIS; minorcrops; macadamia.

**Nota:** Trabalho realizado no âmbito do Acordo de Cooperação Técnica entre a Embrapa e a Queen Nut Indústria e Comércio LTDA. (Contrato SAIC 21300.19/0072-2).

## 1 | INTRODUÇÃO

O Projeto InsetoNut (Embrapa SEG 30.19.90.011.00.00) prospectou em literatura internacional insetos e ácaros considerados pragas em cultivos de macadâmia do exterior. A partir desse resultado, também identificou quais desses organismos exóticos encontravam-se listados como pragas quarentenárias ausentes (PQA) no Brasil, conforme indicados pela Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA) do Ministério da Agricultura e Pecuária do Brasil (MAPA) em Instrução Normativa vigente, a saber a Portaria SDA nº 617 de 11/07/2022 (Diário Oficial da União (D.O.U.) n.130. Seção 1, pg. 9-13 de 12/07/2022). *Conogethes punctiferalis* Guenée, 1854 (Lepidoptera: Crambidae) foi uma das PQA identificadas e

priorizadas para aprofundamentos pelo projeto citado.

Levantamentos de informações sobre *C. punctiferalis*, realizados em literatura técnico-científica e base de dados internacionais pelo projeto, permitiram identificar que se trata de uma mariposa altamente polífaga, com ocorrências já registradas na Austrália, Bangladesh, Brunei, Camboja, China, Coreia do Sul, Fiji, Filipinas, Havaí (Estados Unidos da América (EUA)), Hong Kong, Índia, Indonésia, Iraque, Japão, Laos, Malásia, Maldivas, Mianmar, Papua Nova Guiné, Paquistão, Singapura, Sri Lanka, Tailândia, Taipé Chinês, Taiwan e Vietnam (Stanley; Chandrasekaran; Preetha, 2009; Alagar et al., 2013; Molet, 2015; Ellis et al., 2023; Rojas-Sandoval, 2023; GBIF, 2024). *Conogethes punctiferalis* também apresenta as sinonímias de *Astura punctiferalis* Guenée, 1854, *Dichocrocis punctiferalis* Guenée, 1854, *Botys nicippelais* Walker, 1859, *Deiopeia detracta* Walker, 1859 e *Astura guttatalis* Walker, 1866 (Molet, 2015; EPPO, 2001; Rojas-Sandoval, 2023; GBIF, 2024). Entre seus diversos cultivos hospedeiros citam-se os de abacate, açafrão, algodão, amaranto, ameixa, amora, amoreira, amoreira branca, berinjela, cacau, caqui, carambola, cardamomo, castanhas, cunquate, cúrcuma, durian, figo, gengibre, goiaba, jaca, laranja, limão, maçã, macadâmia, malva-rosa, mamão, mamona, manga, milho, nêspera, lichia, longan, nêspera, pêra, pêssego, pinus, rambutão, romã, *soapnut*, soja, sorgo, tamarindo, teca e uva (videira) (Stanley; Chandrasekaran; Preetha, 2009; Alagar et al., 2013; Molet, 2015; Ellis et al., 2023; Rojas-Sandoval, 2023). Os danos causados pelo inseto nesses cultivos foram relatados ocorrendo, principalmente, em caules, brotos, flores, frutos e sementes das plantas hospedeiras, que assim também se tornam vias de dispersão e introdução da praga para novos locais, quando favorecidos pelos transportes e comércios (incluindo internacional) de plantas, sementes ou frutos infestados com fases imaturas do inseto ainda em desenvolvimento (FAO, 2007; Gundappa; Khader Khan; Chakravarthy, 2018).

O uso de modelagem de nicho ecológico ou *Ecological Niche Modelling* (ENM), tais como a passível de uso por algoritmo *Genetic Algorithm for Rule-set Production* (GARP) em plataforma OpenModeller (Muñoz et al., 2009; Centro de Referência de Informação Ambiental (CRIA), 2021), juntamente com técnicas de geoprocessamento fazendo uso de ArcGIS vem contribuindo para a obtenção de zoneamentos territoriais de áreas brasileiras favoráveis a ocorrência e estabelecimento de PQA (Mingoti et al., 2022; Barbosa et al., 2023; Mingoti et al., 2023a; Mingoti et al. 2023b; Mingoti et al., 2023c). Esses zoneamentos fazem uso de informações nacionais, seja das áreas com plantios desses cultivos (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Associação Brasileira de Noz Macadâmia), de fatores abióticos (Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)) e de malhas territoriais (IBGE), que favorecem localizar as microrregiões e os municípios com a presença de cultivos hospedeiros e aptos a praga. Servem assim, como instrumentos importantes às estratégias preventivas de monitoramento e controle para essas PQA, em caso de detecção futura de ocorrência no país.

Este trabalho utilizou técnicas de geoprocessamento e GARP/Openmodeller para obter o zoneamento territorial de áreas favoráveis à PQA *Conogethes punctiferalis* no Brasil, considerando a presença de áreas plantadas com ao menos um dos 29 cultivos hospedeiros (abacate, algodão, ameixa, amora, berinjela, cacau, caqui, carambola, figo, gengibre, goiaba, jaca, laranja, limão, maçã, macadamia, mamão, mamona, manga, milho, nêspera, lichia, pêra, pêssego, pinus, romã, soja, sorgo e uva) no país.

## 2 | IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS BRASILEIRAS APTAS À PQA *Conogethes punctiferalis* POR GARP/OPENMODELLER

A informação das áreas já atacadas no exterior por *C. punctiferalis* foi obtida em levantamentos realizados em base de dados e de literatura internacional (Stanley; Chandrasekaran; Preetha, 2009; Alagar, 2013; Molis, 2015; Ellis et al., 2023; GBIF, 2024). Posteriormente, essas informações foram tabuladas como “pontos de referências” para uso no algoritmo GARP/Openmodeller (**Figura 1**).

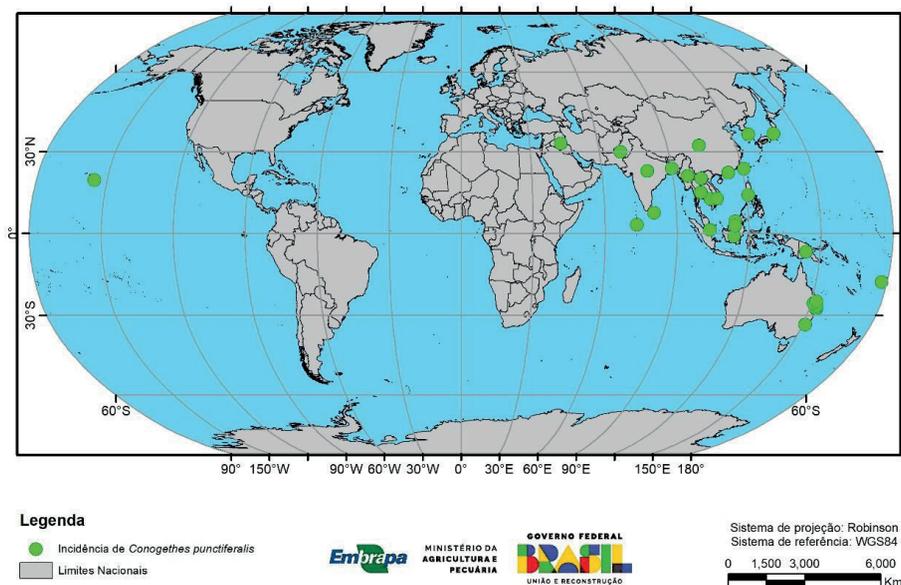


FIGURA 1. Áreas tabuladas como “pontos de referências” de presença de *Conogethes punctiferalis* no exterior para uso no GARP/Openmodeller

O método apresentado por Mingoti et al. (2023a) foi posteriormente utilizado para incorporar os dados do GARP/Openmodeller em software ArcGIS v.10.8.1. Dados de fatores abióticos (precipitação e temperaturas (máxima, média e mínima)) também foram utilizados, sendo inicialmente recuperados do WorldClim 2 e em seguida substituídos por dados médios (período de 1961 a 2021) do território brasileiro. Estes últimos foram obtidos a

partir de dados meteorológicos (em formato digital) disponibilizados para as séries históricas das várias estações meteorológicas do país no Banco de Dados Meteorológicos do INMET (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O método de cokrigagem simples foi utilizado para a realização de Interpolações entre pontos, considerando Alvares et al. (2013) e grade de pontos com 100 km de equidistância. O processamento realizado em ArcGIS v.10.8.1 considerou sistema de referência WGS 84 e coordenadas geográficas com pixel igual a 10 min, para a obtenção das áreas mundiais favoráveis à ocorrência de *C. punctiferalis* por GARP/Openmodeller (**Figura 2**).

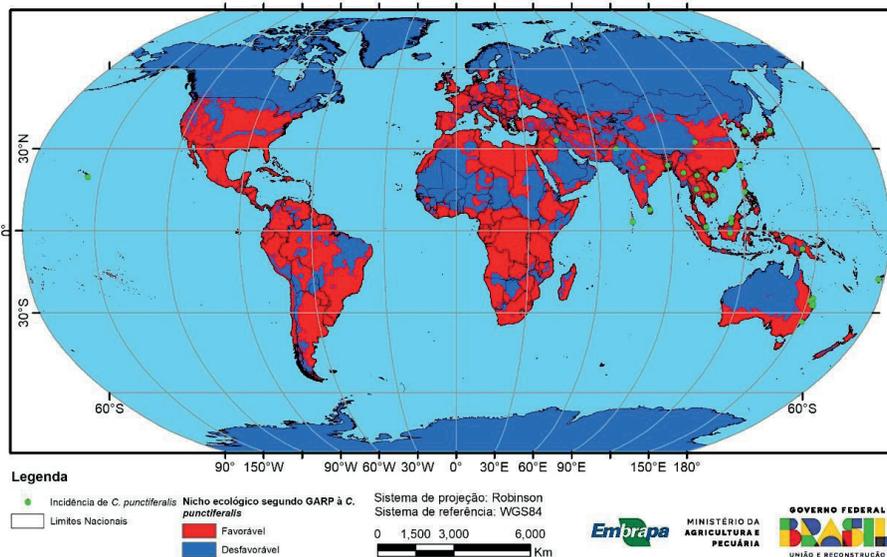


FIGURA 2. Áreas mundiais favoráveis à ocorrência de *Conogethes punctiferalis*, com base em GARP/ Openmodeller

O recorte territorial das áreas brasileiras favoráveis à PQA *C. punctiferalis* foi realizado, em seguida, em ArcGIS v.10.8.1 (**Figura 3**). Nesse contexto, a identificação de limites dos municípios brasileiros de 2019 do IBGE (IBGE, 2019) foi convertida para sistema de projeção equidistante de Albers no sistema de referência SIRGAS 2000 (IBGE, 2020); com eliminação de áreas em ilhas marítimas.

### Estimativa de nichos ecológicos favoráveis à *Conogethes punctiferalis*, segundo GARP

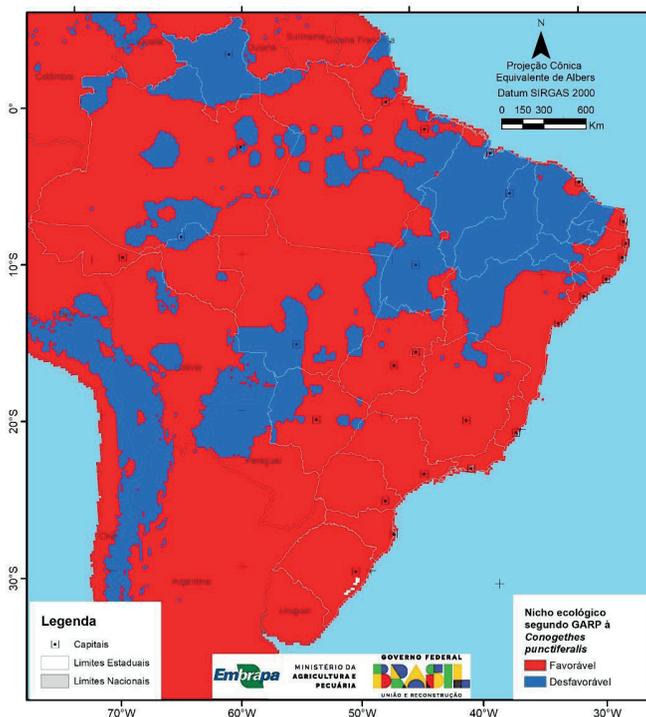


FIGURA 3. Áreas brasileiras favoráveis à ocorrência da PQA *Conogethes punctiferalis*, a partir de recorte de resultado GARP/Openmodeller

### 3 | ZONEAMENTO TERRITORIAL BRASILEIRO DE ÁREAS FAVORÁVEIS À PQA *Conogethes punctiferalis* CONSIDERANDO 29 CULTIVOS HOSPEDEIROS PRESENTES NO BRASIL

Os municípios brasileiros apresentando áreas plantadas com ao menos um dos 29 cultivos hospedeiros da PQA *C. punctiferalis* considerados neste trabalho, a saber abacate, algodão, ameixa, amora, berinjela, cacau, caqui, carambola, figo, gengibre, goiaba, jaca, laranja, limão, maçã, macadâmia, mamão, mamona, manga, milho, nêspera, lichia, pêra, pêssego, pinus, romã, soja, sorgo e uva, foram identificados geograficamente, a partir de informações disponibilizadas pelo IBGE (IBGE, 2017) e daquelas indicadas pela Associação Brasileira de Noz Macadâmia, que informou os 81 municípios do país com plantios de noqueira macadâmia em 2022; estes últimos foram utilizados dada a ausência de informações mais recentes no IBGE para esta noqueira (**Figura 4**).

### Municípios com plantio de ao menos um dos hospedeiros de *Conogethes punctiferalis*

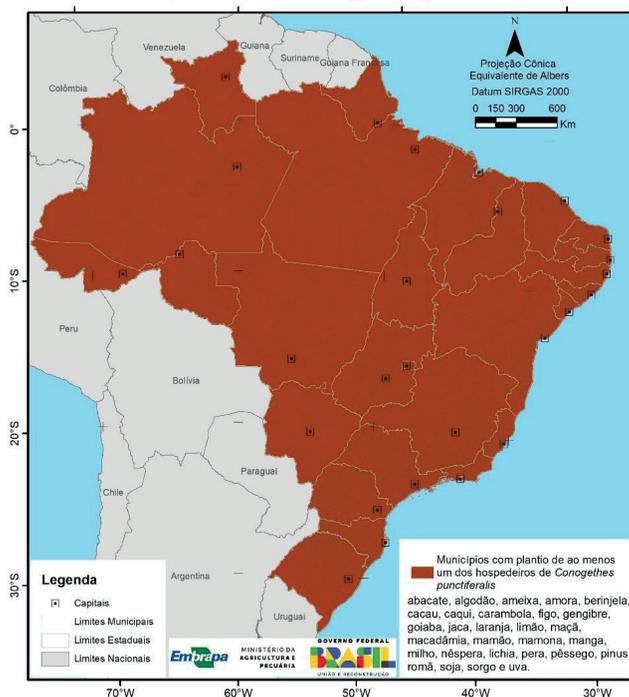


FIGURA 4. Municípios brasileiros com presença de ao menos um cultivo de abacate, algodão, ameixa, amora, berinjela, cacau, caqui, carambola, figo, gengibre, goiaba, jaca, laranja, limão, maçã, macadâmia, mamão, mamona, manga, milho, nêspera, lichia, pera, pêssego, pinus, romã, soja, sorgo e uva (Fontes dos dados base: IBGE, 2017; Associação Brasileira de Noz Macadâmia)

Em seguida foi realizado o cruzamento das informações das áreas municipais com ao menos um dos 29 cultivos hospedeiros da PQA *C. punctiferalis* (Figura 4) com o das informações de áreas nacionais favoráveis à PQA obtidos por GARP/OpenModeller (Figura 3), resultando no zoneamento territorial de áreas brasileiras favoráveis à PQA *C. punctiferalis* na presença de áreas plantadas com ao menos um dos 29 cultivos hospedeiros avaliados (Figura 5).

Municípios com plantio de ao menos um dos hospedeiros e com condições climáticas favoráveis a *Conogethes punctiferalis*

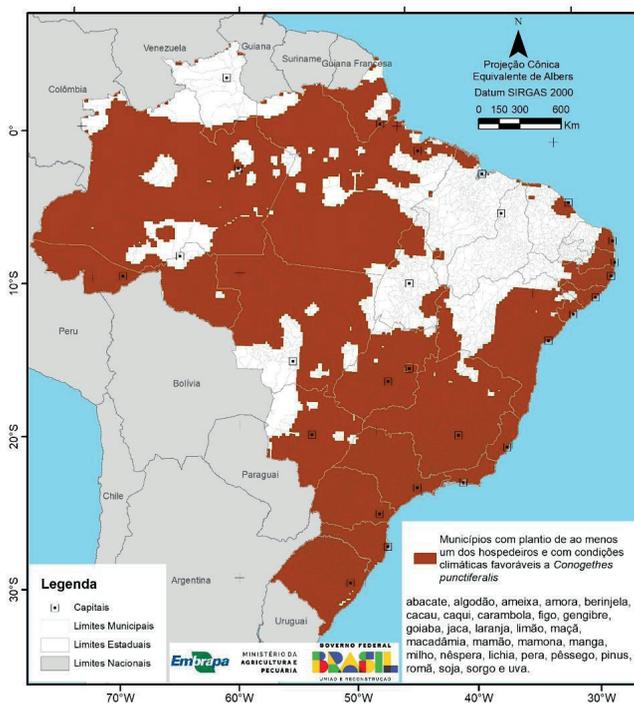


FIGURA 5. Zoneamento territorial de áreas brasileiras favoráveis à PQA *Conogethes punctiferalis* considerando GARP/Openmodeller e a presença de ao menos um dos 29 cultivos hospedeiros avaliados (abacate, algodão, ameixa, amora, berinjela, cacau, caqui, carambola, figo, gengibre, goiaba, jaca, laranja, limão, maçã, macadâmia, mamão, mamona, manga, milho, nêspera, lichia, pera, pêssego, pinus, romã, soja, sorgo e uva).

A partir da análise dos resultados disponibilizados pelo zoneamento obtido (**Figura 5**) foram identificados 4626 municípios, distribuídos em 490 microrregiões das 27 unidades da federação do país aptos à PQA *Conogethes punctiferalis* (**Tabela 1**).

Unidades da Federação	Qtd_microrregiões	Qtd_municípios
Acre	5	22
Alagoas	13	97
Amazonas	13	62
Amapá	4	15
Bahia	30	381
Ceará	13	52
Distrito Federal	1	1
Espírito Santo	13	78
Goiás	18	243
Maranhão	9	31
Minas Gerais	66	848
Mato Grosso do Sul	11	78
Mato Grosso	21	117
Pará	22	126
Paraíba	17	130
Pernambuco	15	151
Piauí	2	5
Paraná	39	399
Rio de Janeiro	18	92
Rio Grande do Norte	11	77
Rondônia	8	52
Roraima	4	6
Rio Grande do Sul	37	499
Santa Catarina	20	292
Sergipe	12	72
São Paulo	63	644
Tocantins	5	56
<b>TOTAL FAVORÁVEIS</b>	<b>490</b>	<b>4626</b>

Tabela 1. Quantidades de municípios e microrregiões de unidades da federação brasileiras aptos à PQA *Conogethes punctiferalis*, identificados no zoneamento territorial obtido considerando GARP e a presença de ao menos um dos 29 cultivos hospedeiros avaliados.

Conforme apresentado acima (**Tabela 1**), marcantes favorabilidades municipais à PQA *C. punctiferalis* estão propensas a ocorrer nos estados de **Minas Gerais** (848 municípios de 66 microrregiões), **São Paulo** (644 municípios de 63 microrregiões), **Rio Grande do Sul** (499 municípios de 37 microrregiões), **Paraná** (399 municípios de 39 microrregiões), **Bahia** (381 municípios de 30 microrregiões), **Santa Catarina** (292 municípios de 20 microrregiões), **Goiás** (243 municípios de 18 microrregiões), **Pernambuco** (151 municípios de 15 microrregiões), **Paraíba** (130 municípios de 17 microrregiões), **Pará** (126 municípios de 22 microrregiões) e **Mato Grosso** (117 municípios de 21 microrregiões);

não devendo ser desconsiderados os demais municípios apresentados em outros estados, dada a importância do caráter altamente polífago do inseto. As microrregiões e respectivos municípios identificados pelo zoneamento estão disponíveis ao DSV/SDA/Mapa, se necessários. As favorabilidades à PQA *C. punctiferalis* foram analisadas por região geográfica brasileira, onde as maiores quantidades de municípios aptos ao inseto deram-se nas regiões Sudeste (1662 municípios de 160 microrregiões), Sul (1190 municípios de 96 microrregiões), Nordeste (996 municípios de 122 microrregiões), Centro-Oeste (439 municípios de 51 microrregiões) e Norte (339 municípios de 61 microrregiões) (**Figura 6**).

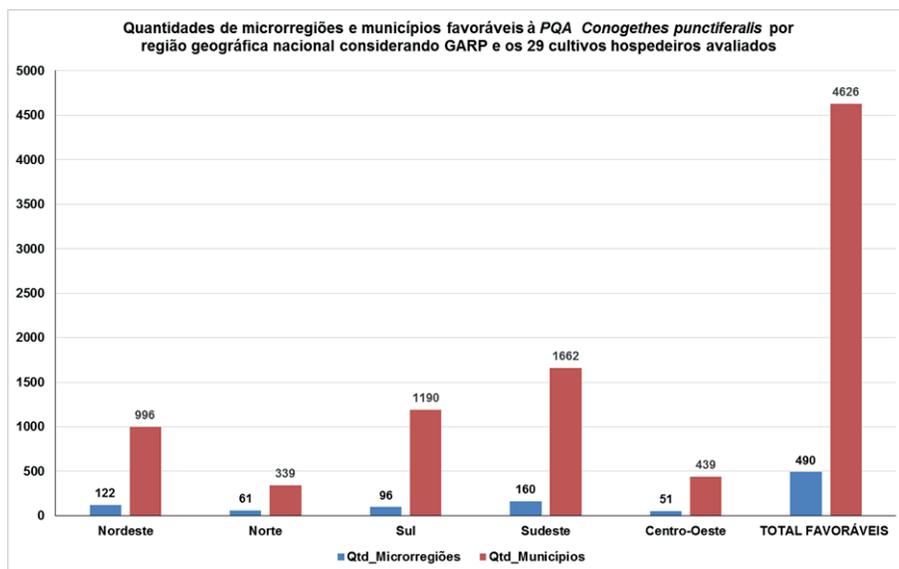


FIGURA 6. Quantidades de microrregiões e de municípios favoráveis à PQA *Conogethes punctiferalis* por região geográfica nacional considerando GARP e os 29 cultivos hospedeiros avaliados.

Considerando a grande quantidade de cultivos hospedeiros propensos aos ataques da PQA *C. punctiferalis* em caso de sua entrada no país, a saber principalmente abacate, algodão, ameixa, amora, berinjela, cacau, caqui, carambola, figo, gengibre, goiaba, jaca, laranja, limão, maçã, macadâmia, mamão, mamona, manga, milho, nêspera, lichia, pêra, pêssego, pinus, romã, soja, sorgo e uva, bem como de condições favoráveis ao desenvolvimento e estabelecimento dessa PQA em áreas com ao menos um desses cultivos (**Figura 5**), é premente a realização de ações que favoreçam a correta identificação da PQA *C. punctiferalis* para subsidiar monitoramentos preventivos a serem realizados nos cultivos hospedeiros citados e nas localidades sinalizadas pelo zoneamento; a listagem nominando os 4626 municípios aptos, bem como suas respectivas microrregiões estaduais, está disponível ao Mapa, se necessário.

## 4 | COMENTÁRIOS FINAIS

O zoneamento territorial de áreas nacionais favoráveis à PQA *Conogethes punctiferalis*, considerando GARP/OpenModeller e áreas nacionais com ao menos um dos 29 cultivos hospedeiros aqui considerados (abacate, algodão, ameixa, amora, berinjela, cacau, caqui, carambola, figo, gengibre, goiaba, jaca, laranja, limão, maçã, macadâmia, mamão, mamona, manga, milho, nêspera, lichia, pêra, pêssego, pinus, romã, soja, sorgo e uva) e presentes no país, foi disponibilizado. Foram identificados 4626 municípios, distribuídos em 490 microrregiões das 27 unidades da federação, aptos à PQA *C. punctiferalis*. As regiões Sudeste e Sul apresentaram as maiores quantidades municipais aptas a PQA, não devendo ser desprezadas as demais áreas aqui observadas como aptas, diante do caráter polífago da praga e potenciais danos decorrentes.

É premente que os municípios e microrregiões das unidades da federação sinalizadas como favoráveis à PQA *Conogethes punctiferalis*, conforme o zoneamento disponibilizado, tenham ações direcionadas a correta identificação da PQA, bem como realizem monitoramentos locais preventivos nos cultivos aqui sinalizados, no intuito de favorecer potenciais detecções futuras de ocorrências do inseto ainda em populações iniciais, no intuito de minimizar os impactos socioeconômicos e barreiras fitossanitárias decorrentes e/ou a dispersão da praga no território nacional. Nesse contexto, acrescenta-se ainda que nos levantamentos já realizados pelo projeto InsetoNut (Embrapa SEG 30.19.90.011.00.00) sobre *Conogethes punctiferalis* no exterior foram obtidas fontes apresentando imagens, informações biológicas, danos e de estratégias de controle do inseto (FAO, 2007; Stanley; Chandrasekaran; Preetha, 2009; Alagar et al., 2013; Molet, 2015; GBIF, 2024). Em parte deles foram também sinalizados danos significativos causados por *C. punctiferalis* em caules, frutos e sementes de suas plantas hospedeiras, principalmente ocasionados pela sua fase larval alimentando-se de sementes, brotos jovens ou de flores, como também perfurando os frutos ou brotos (FAO, 2007; Stanley; Chandrasekaran; Preetha, 2009; Molet, 2015).

## REFERÊNCIAS

ALAGAR, M.; RACHANA, K. E.; BHAT, S. K.; RAHMAN, S.; RAJESH, M. K. Biology, damage potential and molecular identification of *Conogethes punctiferalis* Guenee in cocoa (*Theobroma cacao* Linn.). **Journal of plantation crops**, Kerala, Índia, p. 350-356. Dez. 2013. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/259191171\\_Biology\\_damage\\_potential\\_and\\_molecular\\_identification\\_of\\_Conogethes\\_punctiferalis\\_Guenee\\_in\\_cocoa\\_Theobroma\\_cacao\\_Linn](https://www.researchgate.net/publication/259191171_Biology_damage_potential_and_molecular_identification_of_Conogethes_punctiferalis_Guenee_in_cocoa_Theobroma_cacao_Linn) Acesso em: 19 mar. 2021.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; DE MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728, 2013.

CENTRO DE REFERÊNCIA DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL (CRIA). Openmodeller. Disponível em: <https://www.cria.org.br/> Acesso em: abril. 2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). FORESTRY DEPARTMENT. FORESTRY ECONOMICS AND POLICY DIVISION. **Overview of forest pests: people's Republic of China.** Forest Health & Biosecurity Working Papers, Rome, Italy: Fao, 2007. Working Paper FBS/13E, 30 p.

GLOBAL BIODIVERSITY INFORMATION FACILITY. GBIF. Disponível em: <https://www.gbif.org> Acesso: 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Áreas Territoriais. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?=&t=sobre> Acesso em: 23 out. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Municipais – Ano-base 2019. Disponível em: [ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao\\_do\\_territorio/malhas\\_territoriais/malhas\\_municipais/municipio\\_2019/Brasil/BR/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2019/Brasil/BR/). Acesso em: 01 set. 2021.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA: Censo Agropecuário 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 01 set. 2021.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de Dados Meteorológicos do INMET.** Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 17 ago. 2020.

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; MORIYA, L. M.; PIZA, P. L. B. DE T. Zoneamentos de áreas brasileiras favoráveis a *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae). In: SILVA-MATOS, R. R. S. DA; LINHARES, S. C.;

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; PEREIRA, C. C.; MARINHO-PRADO, J. S.; GOMES, M. A. F.; JACOMO, B. DE O.; PARANHOS, B. A. G. Zoneamentos territoriais de áreas favoráveis a *Diachasmimorpha longicaudata* visando biocontrole da praga quarentenária ausente *Anastrepha curvicauda*. In: SILVA, C. D. D. DA; SANTOS, D. B. DOS. (org.). **As ciências biológicas e os progressos que beneficiam a sociedade.** Ponta Grossa: Atena, 2023b. cap. 4. p. 35-51. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1156899/1/6162.pdf> Acesso em 06 mar. 2024.

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; MORIYA, L. M.; PIVA, P. L. B. DE T. Zoneamento de áreas brasileiras favoráveis à *Cryptophlebia ommatodes*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 20., 2023, Florianópolis. **Anais** [...]. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2023c. p. 97-100. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/249105/1/6118.pdf> Acesso em 06 mar. 2024.

MINGOTI, R.; PESSOA, M. C. P. Y.; JACOMO, B. DE O.; MARINHO-PRADO, J. S.; PARANHOS, B. A. J. Territorial zoning of Brazilian areas favorable to *Anastrepha curvicauda* (Diptera: Tephritidae) in papaya crop. **Journal of Agricultural Sciences Research**, v. 2, n. 3, p.10, 2022. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1143045/1/6037.pdf> Acesso em: 06 mar. 2024.

MOLET, T. **CPHST Pest Datasheet for *Conogethes punctiferalis***, USDA-APHIS-PPQ-CPHST. 2015. 11p. Disponível em: <http://download.ceris.purdue.edu/file/2826> Acesso em: 15 mar. 2024.

MUÑOZ, M.E.S.; GIOVANNI, R.; SIQUEIRA, M.F.; SUTTON, T.; BREWER, P.; PEREIRA, R.S.; CANHOS, D.A.L.; CANHOS, V.P. **OpenModeller: a generic approach to species' potential distribution modelling.** **Geoinformatica**. 2009. 25p.

ROJAS-SANDOVAL, J. *Conogethes punctiferalis* (yellow peach moth). CABI Compendium. Datasheet Types: Pest, Natural enemy, Invasive Species. View the Datasheet [online]. July, 25 2023. 11p. Disponível em: [HTTPS://WWW.CABI.ORG/ISC/DATASHEET/18825](https://www.cabi.org/isc/datasheet/18825) Acesso em: 21 ago. 2024.

STANLEY, J; CHANDRASEKARAN, S; PREETHA, G. *Conogethes punctiferalis* (Lepidoptera: Pyralidae) its biology and field parasitization. **Indian Journal Of Agricultural Sciences**. Coimbatore, p. 906-909. Dez. 2009. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/281067825\\_Conogethes\\_punctiferalis\\_Lepidoptera\\_Pyralidae\\_its\\_biology\\_and\\_field\\_parasitization](https://www.researchgate.net/publication/281067825_Conogethes_punctiferalis_Lepidoptera_Pyralidae_its_biology_and_field_parasitization) Acesso em: 19 mar. 2021.

# BRECHA TECNOLÓGICA E INDICADORES PRODUCTIVOS Y PROPUESTA DE COMPONENTES TECNICOS EN EL SISTEMA VACA-BECERRO EN AGOSTADEROS DE SIERRA MOJADA Y OCAMPO, COAHUILA. MEXICO

*Data de submissão: 09/09/2024*

*Data de aceite: 01/11/2024*

### **Pedro Hernández Rojas**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Sitio Experimental Zaragoza. Dirección: Carretera Zaragoza-Ciudad Acuña km 12.5, C.P.26450. Zaragoza, Coahuila, México.  
<https://orcid.org/0009-0008-8086-9131>

### **Mauricio Velázquez Martínez**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental San Luis. km. 14.5, Carretera San Luis –Matehuala, Ejido Palma de La Cruz. Soledad de Graciano Sánchez. C.P.78431. San Luis Potosí, México.  
<https://orcid.org/0000-0002-5767-364x>

### **David Castillo Quiróz**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Saltillo. Carretera Saltillo-Zacatecas Km. 342+119. No. 9115. C.P.25315. Saltillo, Coahuila, México.  
<https://orcid.org/0000-0003-4368-6674>

### **Ruben Darío Garza Cedillo**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Río Bravo km. 61 Carretera Matamoros-Reynosa C.P. 88900, Río Bravo, Tamaulipas. México.

### **Dagoberto Flores Marín**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Sitio Experimental Zaragoza. Dirección: Carretera Zaragoza-Ciudad Acuña km. 12.5, C.P.26450. Zaragoza, Coahuila, México.

### **Carlos Ríos Quiroz**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Saltillo. Carretera Saltillo-Zacatecas Km. 342+119. No. 9115.C.P.25315. Saltillo, Coahuila, México.

### **Macotulio Soto Hernández**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Sitio Experimental Zaragoza. Dirección: Carretera Zaragoza-Ciudad Acuña km. 12.5, C.P.26450. Zaragoza, Coahuila, México.  
<https://orcid.org/0000-0002-9042-9710>

**RESUMEN:** Con el objetivo de determinar la brecha tecnológica e indicadores productivos y proponer componentes técnicos en el sistema de producción vaca – cría bajo condiciones agostadero, el presente se realizó en 11 localidades de de Sierra Mojada y Ocampo, Coahuila. México. Para ello, se realizó un encuesta a productores de 47 Unidades de Producción Familiar (UPF) con cuestionario estructurado con variables cuantitativas y cualitativas, sobre el productor, unidad de producción, el agostadero, alimentación, reproductivos-genética, sanidad, aspectos productivos, infraestructura, equipo y comercialización. La selección de las UPF fue por muestreo no probabilístico y con base a la los integrantes de un Proyecto de Desarrollo Territorial. La muestra se determinó con precisión de 95 % y error asignado de 10 %. La información se analizó mediante estadística descriptiva (media, promedio, desviación estándar, mínimo y máximo) con el programa Microsoft Excel y los indicadores productivos mediante fórmulas con datos obtenidos de las UPF. El 86.1% se dedica al sistema vaca-cría, con tamaño promedio de 871 ha<sup>-1</sup> y hato promedio de 61 cabezas vientre. El 87% es propiedad ejidal. El productor tiene 60 años de edad y el 63% terminó primaria y secundaria. El 98% no recibe asistencia técnica y el 100% no pertenece a organización. El 91% no tiene financiamiento y tiene problemas de mercado y comercialización. La brecha tecnológica promedio es de 42.5%, con 62.3% en alimentación, 54.0% en agostaderos, 52.3% en reproducción - genética, y 1.3% en sanidad. Índices productivos, de 0.54 crías producidas/vaca parida, 3.54 kg de carne/ha y 56.3 kg de carne producida/U.A. Con base en ello se propuso componentes técnicos por área-problema, como acciones de intervención técnica a corto y mediano plazo. La baja productividad del sistema de producción, obedece al rezago tecnológico, bajo nivel educativo, falta de capacitación técnica, carencia de recursos económicos y falta de organización.

**PALABRAS CLAVE:** Vaca-cría, brecha tecnológica, indicadores, componentes técnicos.

## TECHNOLOGICAL GAP AND PRODUCTION INDICATORS AND PROPOSAL OF TECHNICAL COMPONENTS IN THE COW-CALF SYSTEM IN AGOSTADEROS OF SIERRA MOJADA AND OCAMPO, COAHUILA. MÉXICO

**ABSTRACT:** With the objective of determining the technological gap and productive indicators and proposing technical components in the cow-breeding production system under rangeland conditions, this study was carried out in 11 locations in Sierra Mojada and Ocampo, Coahuila. Mexico. To this end, a survey was carried out on producers from 47 Family Production Units (UPF) with a structured questionnaire with quantitative and qualitative variables, about the producer, production unit, the rangeland, feeding, reproductive-genetics, health, productive aspects, infrastructure, equipment and marketing. The selection of the UPF was by non-probabilistic sampling and based on the members of a Territorial Development Project. The sample was determined with a precision of 95% and an assigned error of 10%. The information was analyzed using descriptive statistics (mean, average, standard deviation, minimum and maximum) with the Microsoft Excel program and the productive indicators using formulas with data obtained from the UPF. 86.1% is dedicated to the cow-calf system, with an average size of 871 ha<sup>-1</sup> and an average herd of 61 belly heads. 87% is ejidal property. The producer is 60 years old and 63% finished primary and secondary school. 98% do not receive technical assistance and 100% do not belong to an organization. 91% do not have financing and have market and commercialization problems. The average technological gap

is 42.5%, with 62.3% in food, 54.0% in rangelands, 52.3% in reproduction - genetics, and 1.3% in health. Productive indices, of 0.54 offspring produced/cow calved, 3.54 kg of meat/ha and 56.3 kg of meat produced/U.A. Based on this, technical components were proposed by problem area, as technical intervention actions in the short and medium term. The low productivity of the production system is due to technological backwardness, low educational level, lack of technical training, lack of economic resources and lack of organization.

**KEYWORDS:** Cow-breeding, technological gap, indicators, technical components

## INTRODUCCIÓN

Las unidades agropecuarias con actividades económicas primarias en México, se caracterizan por representar el 57% de la superficie del sector agropecuario y pesquero y, sin desarrollo sustentable; debido al bajo crecimiento de la actividad, de la persistencia de la pobreza de las familias rurales, de la degradación de los recursos naturales, del entorno económico desfavorable y de la existencia de un débil marco institucional para generar políticas que contribuyan al desarrollo del sector (FAO, 2012). El logro de la eficiencia productiva y la sustentabilidad del sistema bovino carne bajo condiciones de agostaderos, depende de factores relacionados con los animales y su entorno, así como también, con aquellos relacionados a la toma de decisiones de los dueños o administradores de los ranchos, siendo en éstos últimos donde se incluyen los factores relacionados con el uso de tecnologías, que inciden en el éxito económico de éstas (Villaret, 2004). La forma más común de medir la eficiencia del sistema vaca-becerro ha sido con indicadores de eficiencia técnica, como porcentaje de preñez, crías destetadas, mortalidad y peso al destete; y económica, como el costo de becerro destetado, mantenimiento de la vaca, generar un reemplazo, ingreso y ganancias totales. A su vez consideran incluir peso y consumo de alimento de la progenie, peso de la vaca al destete y factores de ponderación de peso y alimento de la madre y progenie (Báez *et al.*, 1999; Callejas *et al.*, 2014). Áreas que deben fortalecerse por ser parte fundamental para mejorar la competitividad de la empresa (Villaret, 2004), puesto que estas establecen el intercambio técnico directo e indirecto para que, sin duda alguna, los ganaderos adopten nuevas tecnologías, mejoren técnicamente y/o se organicen mejor (Salinas *et al.*, 2016). No obstante, las UPF del sector rural de localidades de alta y muy alta marginación, enfrentan problemas de baja productividad, sustentabilidad y rezago tecnológico que afecta a los recursos naturales y el bienestar de las familias ganaderas (FAO,2012), por la escasa consideración en los programas federales y que debido a ello, en 2019, el gobierno federal realizó cambios en las reglas de operación de los programas en apoyo a dicho sector, porque a pesar de los apoyos y programas de extensionismo proporcionado en años anteriores a otros sectores privados no muestran cambios reales, mismos que deben ser reorientados (Suarez y López, 2008) . Por lo anterior, el objetivo del presente estudio, fue realizar un diagnóstico para determinar la brecha tecnológica y los indicadores productivos, a efecto de buscar las causas y/o

factores técnicos, climáticos, socio-económicos y de mercado que inciden en el sistema, permitiendo con ello una planeación de acciones para la intervención tecnológica a corto, mediano y largo plazo, a través del acompañamiento técnico y gestión de recursos para la mejora competitiva y de bienestar de las familias.

## MATERIALES Y MÉTODO

El estudio se realizó en 2020, con productores de 11 localidades de los municipios de Sierra Mojada y Ocampo, Coahuila. México. El clima principal en el área de estudio es un BWhx (subtipo muy seco semicálido), que se caracteriza por lluvias escasas todo el año, régimen de precipitación de 100 a 500 mm anuales; temperatura media anual de 17.9 °C y media mensual de 22 °C. Los suelos son del tipo xerosol, regosol y yermosol con textura media. La vegetación corresponde a matorral crasirosulifolio espinoso, matorral inerme parvifolio, matorral mediano subinerme y pastizal halófito (COTECOCA, 1979). Los coeficientes de agostadero oscilan de 9.7 a 60 ha/U.A. en Sierra Mojada y de 9.7 a 80 ha/U.A. en Ocampo (SAGARPA, 2010). Para la obtención de la información de las UPF se formuló un cuestionario titulado “Desarrollo Rural”, estructurado por el INIFAP y el SIAP, en el que se incluyeron variables cuantitativas y cualitativas de aspectos del productor, de la unidad de producción, sobre el manejo del agostadero, alimentación (Forrajes complementos y suplementos concentrados), reproductivo–genético, sanitario, productivo, infraestructura, equipo y comercialización. El cuestionario se aplicó mediante entrevistas a los productores en visitas directas a las UPF. La selección de ésta se efectuó por muestreo no probabilístico con base a la lista de integrantes del PRODETER (Proyecto de Desarrollo Territorial). El tamaño de muestra (47 encuestas) se determinó mediante la técnica de Rojas (2013), con un nivel de precisión de 95 % y error asignado de 10 %. La captura de las encuestas en campo, se llevó acabo en físico y digital, mediante cédulas pre-establecidas y el Sistema Integral de Captura Móvil (SIAP, 2019). La información recabada se analizó mediante estadística descriptiva (media, promedio, desviación estándar, mínimo y máximo) con el programa Microsoft Excel. Los indicadores productivos se determinaron mediante formulas con los datos obtenidos de las UPF. Las propuestas técnicas fue con base a revisión de tecnología generadas por el INIFAP e instituciones educativas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El 86.1% de las UPF se dedican a la actividad pecuaria de agostadero, bajo el sistema vaca-becerro; el tamaño de las UPF fue de  $871 \pm 739$  ha, con un tamaño de hato de  $61 \pm 48$  cabezas; el 65.6% de las UPF tienen ganado de cruzas, de dos a tres razas como son: Charoláis, Beffmaster, Brangus, Angus, Brahman y Santa Gertrudis. El 87% de la tierra es ejidal y el 77% los productores tienen tierra propia, el 92.1% de los propietarios son hombres, saben leer y escribir, con edad promedio de 60 años. El 87.2% inicio educación

primaria y secundaria y, el 63.8% la concluyo satisfactoriamente. Solo el 8.9% de la familia participa en las actividades pecuarias. El 98% no recibe asistencia técnica, el 100% no pertenece a ninguna organización y el 91% usa recursos propios para el desarrollo de sus actividades.

### Nivel tecnológico y brecha Tecnológica

En la figura 1 se aprecia el Nivel Tecnológico (NT) del proceso productivo del sistema de las UPF, en promedio el 21% de las UPF aplican ciertas tecnologías y/o prácticas técnicas (actividades) en cada una de cuatro áreas de manejo. El área con mayor tecnología (59.2%) es la sanitaria y la menor (1.5%) el área de agostaderos; y entre ambas, están el área de manejo de alimentación y el área de reproducción y genética con valores de 12.3 y 10.9 %, respectivamente. Al respecto, Crowe *et al.*, (2018) señalan que la nutrición es un factor esencial al condicionar los aspectos fisiológicos reproductivos que condicionan la fertilidad, y de acuerdo, Ghoribi *et al.*, (2012), las fallas en la fertilidad reflejan aumento de días abiertos, abortos, mortinatos e infertilidad, representado en pérdidas económicas (Chamba *et al.*, 2017).

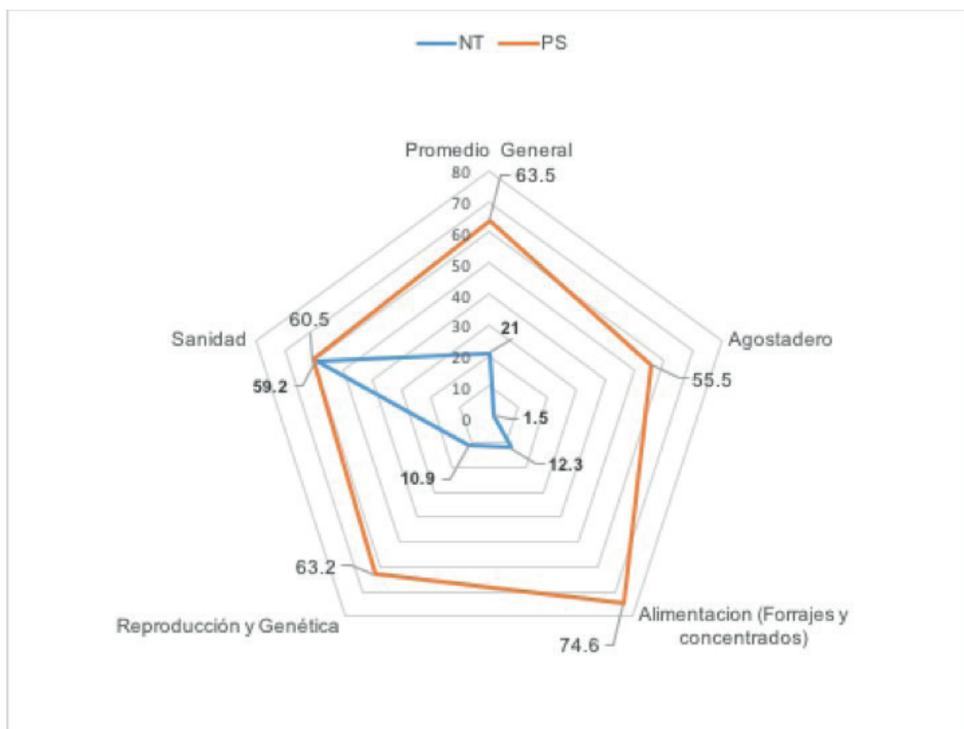


Figura 1. Nivel Tecnológico (NT) y Problemática sentida que aqueja al productor (PS) por área de manejo en las UPF con sistema vaca-becerro en agostaderos. SEZAR-CIRNE-INIFAP.

Los cuales de acuerdo a la clasificación reportada por Cuevas *et al.* (2013) en Sinaloa, el NT en sanidad del presente estudio es alto, al ser  $\geq$  a 17%, para las áreas de alimentación y reproducción-genética, son de uso medio a bajo al estar en el rango  $\geq 9.0$  y  $\leq 17\%$  y, el área de agostaderos es bajo por ser menor  $\leq 9.0$ . Al relacionar los valores del NT con la problemática sentida (PS) que aqueja al productor en cada una de las áreas de manejo (Figura 1), las diferencias obtenidas entre ambos valores de 42.5% (NT de 21% y PS de 63.5%) a nivel promedio general, de 62.3% (NT de 12.3% y PS de 74.6%) en el área alimenticia, de 54.0% (NT de 1.5% y PS de 55.5%) en el área de agostaderos, de 52.3% (NT de 10.9% y PS de 63.2%) en el área de reproducción-genética y, de 1.3% (NT de 59.2% y PS de 60.5%) en el área sanitaria; indican la existencia de la brecha de intervención tecnológica por emprender en las mismas.

La brecha entre el NT y la PS en el área de agostaderos, obedece principalmente a inexistencia de prácticas de buen manejo del pastoreo, como ajuste de carga animal y uso de sistemas de pastoreo, que agudizan la escasez de forraje reportado por el 85% ante sequías prolongadas como lo reportan el 97% de los productores.

En el área de alimentación, al poco uso de forrajes como complemento y el bajo uso de suplementación de concentrados por la escasez de éstos y a los altos costos de los mismos en épocas críticas. En el área de reproducción y genética, por la inexistencia de prácticas reproductivas como: detección de gestación, evaluación de sementales y al empadre libre realizado por el 100% de los productores, salvo el uso de razas mejoradas en el caso de genética; por ello el 97% de productores reporta tener pocos partos al año y el 82% presenta largos intervalos entre partos, el 68% reporta tener alto porcentaje de abortos, escaso conocimiento en el manejo de la reproducción y cruzamientos y, el 92% indica que el ganado presenta problemas de adaptación a las condiciones presentes en su UPF. En sanidad destacan las escasas o inadecuadas coberturas de programas de vacunación, desparasitación y campañas sanitarias, reportado por el 87% de los productores, por lo anterior, el 68% reportó altos porcentajes de abortos.

## Indicadores productivos

Los indicadores productivos se muestran en el tabla 1, mismos que son bajos de acuerdo a los reportados por Báez *et al.* (1999) en 10 ranchos de propiedad privada con sistema vaca-cría en agostaderos en el estado de Chihuahua.

Indicador	Valor promedio	
	UPF de Sierra Mojada y Ocampo	Ranchos Chihuahua
Crías producidas/vaca parida (Núm)	0.54	0.61
Carne total producida/ UPF (t)	3.09	27.40
Carne producida/ha (kg)	3.50	7.65
Carne producida/vaca (kg)	71.70	115.00
Carne producida/U.A. (kg)	56.30	78.20
Kg MS disponibles/kg de carne producida/vaca	35.60	63.50

Tabla 1. Indicadores productivos de UPF con el sistema vaca-becerro bajo agostaderos de Sierra Mojada y Ocampo, Coahuila y Chihuahua. SEZAR-CIRNE-INIFAP.

Es importante resaltar que, la causa del bajo nivel tecnológico de cada vientre (Produce un becerro cada dos años), es debido a los problemas de escasez de forraje en el agostadero e insuficiente suplementación. Los 35.6 kg de materia seca disponible/kg de carne producido/vaca con una carga animal de 37.6 ha/U.A. en matorrales en condición buena (Cuadro 1), es 43.94%% menor al de los ranchos de Chihuahua. De acuerdo a Baez et al., 1999, el indicador de kg de carne producido/U.A, es mas eficiente que el indicador de kg de carne producido/vaca, porque está basado en el consumo de forraje por animal y no por el numero de cabezas.

En el aspecto social, mercado y comercialización, el 64.7% sufre de abigeato de ganado, el 94.1% tiene problemas de mercado por caminos inadecuados. Para el 59.4% la comercialización debe ser directa al consumidor y para el 29.3% bajo contrato con la industria. Lo cuál coincide en parte con lo reportada por Osuna (2003), quien menciona que los problemas mas importantes del Sector Agropecuario de México son: escasos o nulos nacimientos de crías por año, las sequias, capacitación, tecnología, sanidad animal y condiciones desventajosas de comercialización de productos cárnicos a nivel estatal y nacional.

## Propuesta de componentes técnicos

Los componentes técnicos propuestos por área de manejo y problema para contribuir en la reducción de la brecha tecnológica, mejorar los indicadores productivos y económicos se muestran en tabla 2. Dentro de los cuales la organización de los productores mediante una estrategia y/o modelo como el GGAVATT, sería el puto de partida, el cual ha sido exitoso donde se ha implementado (Román *et al.*, 2007) y considerar en su integración y operación, la características de que deben reunir los actores, así como la contratación del agente de cambio con carrea afina al sistema de producción, ser ético, profesional, contar con experiencia, radicar en las localidades del área de trabajo, garantizar un buen suelo (Hernández *et al.*,2004; Cuevas *et al.*, 2014).

Área / Problema	Componente técnico	Propósito
<b>Organización</b> Bajo nivel tecnológico y productivo. Productores sin organización, financiamiento, comercialización de becerros mediante intermediarios y problemas de disponibilidad y altos costos de insumos, equipo e infraestructura.	<b>Modelo Grupo de Ganaderos de Validación y Transferencia de Tecnología (GGAVATT):</b> Manual para la formación de capacitadores Modelo GGAVATT (Aguilar <i>et al.</i> , 2003).	Organizar, integrar y consolidar grupos de productores pecuarios afines en objetivos y metas, dispuestos al cambio tecnológico y productivo, que les permita su capacitación, capacidad de gestión y comercialización innovadora y comercialización, mediante acompañamiento técnico de profesionales con arraigo en las localidades de los productores.
<b>Recursos naturales</b> Escasez de forraje en el agostadero durante el periodo de noviembre a abril, reportado por el 96%, ante la sobre carga animal del 100% y sin estrategias de manejo del pastoreo ante sequías ha ocasionado deterioro de los agostaderos (pérdida de especies deseables, baja cobertura vegetal y erosión del suelo e incremento de escurrimientos y baja infiltración de agua al subsuelo).	<b>Ajuste de la carga animal:</b> Manual para el ajuste de carga animal en tierras de pastoreo (Esqueda <i>et al.</i> , 2010). <b>Manejo del pastoreo diferido:</b> Sistema de pastoreo rotacional diferido (Royo y Esqueda ). Importancia de los sistemas de pastoreo (Ibarra, F.F.A. 1990).	Mejorar la productividad del hato, mejorar la sostenibilidad del recurso natural y contribuir en la disminución de la relacionada a los recursos naturales y impacto de las sequías.
	<b>Rehabilitación y siembra de pastos en los agostaderos:</b> Recomendaciones para el mejoramiento forrajero de los agostaderos de Sonora, mediante técnicas de rehabilitación y manejo (Ibarra <i>et al.</i> , 2003). Mejoramiento de agostaderos mediante el uso del rodillo aéreador en el norte de Coahuila (Berlanga, R.C.A. 2010).	Evitar el continuo deterioro de los recursos naturales e incrementar productividad del agostadero y del hato.
	<b>Obras de conservación de agua y suelo:</b> Obras para la captación de humedad en tierras de agostadero (Gutiérrez <i>et al.</i> , 2014).	Mejorar productividad de la tierra, de los animales, captación de agua y recuperación del manto freático
<b>Alimentación</b> La escasez de forraje a nivel local y regional, aunado a las insuficientes prácticas de suplementación estratégica y mineral del ganado, ha ocasionado baja condición corporal en el ganado y la presencia de la enfermedad del músculo blanco.	<b>Suplementación con minerales:</b> Suplementación mineral bovino carne (Herd, D.B. ).	Mejorar fertilidad del hato y la condición corporal de los animales.
	<b>Suplementación nutricional estratégica:</b> Bloques nutricionales para la suplementación del ganado en pastoreo (Luna y Urrutia. 2003), Uso de bloques nutricionales para reemplazos y uso de bloques nutricionales en ganado de carne (Cervantes y Urrutia, 2010). Suplementación proteica a becerros en pastoreo en temporada de sequía (Ávila y González. 2010).	Mejorar la condición corporal de hembras y la productividad del hato.
	<b>Producción y conservación de semillas de pastos:</b> Tecnología para la producción de semilla certificada de variedades de pastos bandera diana, navajita Cecilia, garrapata hércules y buffel titán para zonas semiáridas (Cervantes <i>et al.</i> , 2013)	Homogenizar producción durante el año y atenuar impacto de estacionalidad forrajera. Así como rehabilitar y siembra de áreas del agostadero.

<b>Reproducción y mejoramiento genético</b>  La monta libre realizada en el 100% de la UPF y el desecho de vacas a los 12 años, así como la insuficiente selección y manejo de reemplazos, esta afectando el avance del mejoramiento genético, la eficiencia reproductiva y productiva de la UPF.	<b>Monitoreo del puerperio, diagnóstico de gestación y evaluación de sementales previo empadre:</b> Diagnóstico de Gestación. Selección y manejo reproductivo de las hembra bovina productora de carne y doble propósito en pastoreo (Rivera <i>et al.</i> , 2011). Evaluación de la capacidad reproductiva de los sementales (Gastélum, P.L.E. 1999).	Mejorar la fertilidad de hembras y sementales, aprovechamiento de la vida útil de hembras y sementales y contar con criterios soporte de deshechos.
	<b>Selección y manejo del reemplazos y Pie de Cría:</b> Diagnóstico de gestación, selección y manejo reproductivo de las hembra bovina productora de carne y doble propósito en pastoreo (Rivera <i>et al.</i> , 2011).	Identificar a los futuros reemplazos y eliminar animales improductivos
<b>Salud animal.</b> Insuficiente cobertura del status sanitario ( participación en campañas Tb, Br.) y del programa sanitario de vacunación y la desparasitación sin análisis previo de heces.	Aplicación de protocolos de bioseguridad en ranchos ganaderos con bovinos (Álvarez, O.M.G. 2011).	Mejorar la salud y productividad animal y evitar resistencia a antiparasitarios
		Disminuir morbilidad y mortalidad
		Mejorar el estatus sanitario
<b>Manejo general</b>  In-existencia de registros reproductivos y productivos que permitan soportar técnicamente las decisiones en la mejora genética, eficiencia reproductiva y productiva del hato.	<b>Registros productivos:</b> Administración de ranchos pecuarios con base en el uso de registros técnicos y económicos (Espinosa <i>et al.</i> , 2010). Parámetros reproductivos y eficiencia reproductiva en ganado bovino (Bustillo y Melo, 2020).	Evaluar avances productivos, Impactos productivos.
	<b>Registros económicos:</b> Administración de ranchos pecuarios con base en el uso de registros técnicos y económicos (Espinosa <i>et al.</i> , 2010).	Efectuar el análisis de ingresos/ egresos (Relación C-B).
	El destete precoz como una herramienta para incrementar la rentabilidad en los ranchos ganaderos de Sonora (Ibarra <i>et al.</i> , 2011).	Facilitar el manejo de las crías sin afectar la condición reproductiva de las hembras.
	Registro en PG	Facilitar la ubicación y rastreabilidad de la explotación. Contribuir al inventario ganadero y registro de producción y económicos.

Tabla 2. Componentes técnicos propuestos para contribuir en la reducción de la brecha tecnología e indicadores productivos. SEZAR-CIRNE-INIFAP.

## CONCLUSIONES

La baja productividad del sistema de producción, obedece al rezago tecnológico, bajo nivel educativo, falta de capacitación técnica, carencia de recursos económicos y falta de organización; esta última, para la gestión de infraestructura, maquinaria, equipo y comercialización de productos e insumos. Evidencia la necesidad de intervención

tecnológica y adopción de tecnología, mediante un modelo como el GGAVATT, a través del cual es posible la mejora técnica, productiva y fortalecimiento de capacidades de capacitación y gestión integrar a agente técnico que permita el acompañamiento técnico.

## AGRADECIMIENTOS Y FUENTE FINANCIERA

Se agradece la cooperación del C. Homero Hernández Tavarez, representante del PRODETER; así como a la SADER por el financiamiento y al INIFAP.

## REFERENCIAS

AGUILAR, B. U., AMARO, G. R., BUENO, D. H. M., CHAGOYA, F. J. L., KOPPEL, R. E. T., ORTIZ, O. G. A., PÉREZ, S. J. M., RODRÍGUEZ, CH. M. A.; ROMERO, F. M. Z. Y VÁZQUEZ, G. R. 2003. **Manual para la formación de capacitadores Modelo GGAVATT**. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y alimentación (SAGARPA). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Centro de Investigación Regional del Centro (CIRCE). Campo Experimental Zacatepec. 186 p.

ÁLVAREZ, O.M.G. 2011. **Aplicación de protocolos de bioseguridad en ranchos ganaderos de bovinos**. Tecnología Validada. Elizondo, J. B., Maldonado, M.N., Contreras, B.J.L., Lara, G.G.J., García, D. J.G. En Tecnologías, generadas, validadas o transferidas e los estados de Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila y San Luis Potosí. Folleto Técnico No. 52. 2011. Diciembre de 2012. Folleto Técnico No. 45. ISBN; 978-607-425-969-8.

ÁVILA, C. J.M. 20110. **Suplementación protéica a becerros en pastoreo en temporada de sequía. Tecnología validada** BARRÓN, E.J., MALDONADO, M.N., CONTRERAS, B.J.L., LARA, G.G.J., GARCIA, D. G.J. 2011. Tecnologías Generadas, Validadas o Transferidas en los Estados de Tamaulipas, San Luis Potosí, Coahuila y Nuevo León en el año de 2010. Folleto Técnico No. 52. ISBN: 978-607-425-606-2. Clave: INIFAP/CIRNE/FAP-20.

BAÑUELOS, G.H., AGUIRRE, C. C.E., IBARRA, F.J.M., GONZÁLEZ, C. F., GUTIÉRREZ, L.R., MARTÍNEZ, T.G. 2012. **Alimentación y manejo de bovinos en agostadero durante la sequía**. Centro de Investigación Regional Norte-centro. Campo Experimental Zacatecas.

BÁEZ, G. A. D., REYES, L. G., MELGOZA, C. A, ROYO, M. M Y CARRILLO, R. R. 1999. **Características productivas del sistema vaca-cría en el estado de Chihuahua**. Téc. Pecuaria. Méx. 37(2):11-24.

BERLANGA, R.C.A. 2010. **Mejoramiento de agostaderos mediante el uso del rodillo aereador en el norte de Coahuila**. BARRÓN, E.J., MALDONADO, M.N., CONTRERAS, B.J.L., LARA, G.G.J., GARCIA, D. G.J. 2011. Tecnologías Generadas, Validadas o Transferidas en los Estados de Tamaulipas, San Luis Potosí, Coahuila y Nuevo León en el año de 2010. Folleto Técnico No. 52. ISBN: 978-607-425-606-2. Clave: INIFAP/CIRNE/FAP-20

BUSTILLO, P.J.C., MELO, C. J.A. 2020. **Parámetros reproductivos y eficiencia reproductiva en ganado bovino**. Universidad Cooperativa de Colombia. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/b5334883-6e6a-4364-853a-26ebf486f3ad/content>.

CALLEJAS, J. N., ARANDA, G. H., REBOLLAR, R. S., DE LA FUENTE, M.M. L. 2014. **Situación económica de la producción de bovinos de carne en el estado de chihuahua, México**. Agronomía Mesoamericana, vol. 25, núm. 1, enero-junio, 2014, pp. 133-139 Universidad de Costa RicaAlajuela, Costa Rica.

CERVANTES, B.J.F., VELÁZQUEZ, M.M., DR. HÉCTOR GUILLERMO GÁMEZ, V. H.G., HERNÁNDEZ, G.F.J. 2013. **Tecnología para la producción de semilla certificada de variedades de pastos banderilla diana, navajita cecilia, garrapata hércules y buffel titán para zonas semiáridas.** Tecnología validada. Elizondo, J. B., Almeyda, L.I.H., M.N., Contreras, B.J.L., Torres, E.L.M., García, D. J.G. 2014. En Tecnologías, generadas, validadas o transferidas e los estados de Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila y San Luis Potosí. Folleto Técnico No. MX-0-0-310301-52-03-13-09-61. CLAVE: INIFAP/ CIRNE/FAP-25. ISBN: 978-607-37-0363-5. 2014. Diciembre de 2014. 161 Páginas.

CHAMBA, H., ARMIJOS, R., VIDAL, P. 2017. **Estudio de los parámetros reproductivos de hatos ganaderos de la parroquia Valladolid-Palanda- Zamora Chinchipe.** Control de Biotecnología, 6, 48–56.

COTECOCA. 1979. **Comisión técnico consultiva para la determinación de los coeficientes de agostadero del estado de Coahuila.** SARH, México, D.F. 241 p.

CROWE, M. A., HOSTENS, M., & OPSOMER, G. 2018. **Reproductive management in dairy cows - the future.** Irish Veterinary Journal, 71, 1. doi:

CUEVAS, R. V., BACA M. J., CERVANTES, E. F., ESPINOSA, G. J. A., AGUILAR, A. J. Y LOAIZA, M. A. 2013. **Factores que determinan el uso de innovaciones tecnológicas en la ganadería de doble propósito en Sinaloa,** México. Rev. Mex Cienc Pecu 4(1): 31-46.

CUEVAS, R. V., BACA M. J., CERVANTES, E. F., AGUILAR, A. J., ESPINOSA, G. J. A. 2014. **Análisis del capital humano proveedor de la asistencia técnica pecuaria en Sinaloa.** Región y sociedad vol.26 no.59 Hermosillo ene./abr. 2014. versión On-line ISSN 2448-4849 versión impresa ISSN 1870-3925.

ESQUEDA, C.MH., SOSA R.E., CHAVEZ S.A.H., VILLANUEVA, A.F., LARA DEL RIO M.J., ROYO, M.M., SIERRA, Y J.S., GONZÁLEZ, S.A., BELTRÁN, L. S. 2010. **Manual para el ajuste de carga animal en tierras de pastoreo.** 49 Pag. Coordinación General de Ganadería. Unidad Técnica Especializada Pecuaria. Proyecto: Asistencia Técnica y Capacitación para Apoyar el Cumplimiento de los Compromisos Adquiridos por los Beneficiarios en el Marco del Componente "PROGAN. Folleto Técnico No. 4. Mayo 2011. ISBN 978-607-425-554-6. MX-0-310490-06-11-00-09-04.

ESPINOSA, G.A., GONZÁLEZ, O.T.A., LUNA, E.A.A., CUEVAS, R.V., MOCTEZUMA, L.G., GÓNGORA, G. S.F., JOLALPA, B. J.L., VÉLEZ, I.A. 2010. **Administración de ranchos pecuarios con base en el uso de registros técnicos y económicos.** Libro Técnico. No. 3. INIFAP-CENID-MICROBIOLOGIA. ISBN: 978-607-425-421-1. 223. Pag.

FAO, 2012. **"Diagnóstico del sector rural y pesquero: Identificación de la problemática del sector agropecuario y pesquero de México 2012"**. 2012. FAO. Capítulo III. P.7 y 8.

GASTELUM, P.L. E. 1999. **Evaluación de la capacidad reproductiva de los sementales.** Folleto para productores No. 5. Campo Experimental Carbó. CIR-NORESTE-INIFAP.7 pag.

GUTIÉRREZ, R.E., SIERRA, T.J.S., RAMÍREZ, G.H. 2014. **Obras para la captación de humedad en tierras de agostadero.** Folleto para productores Núm. 17. ISBN: 978-607-37-0305-5. SAGARPA-INIFAP-CIR-Norte Centro-S.E. La Campana. Chihuahua, Chih. 24 Pag.

GHORIBI, L., HIRECHE, S., CHIBAT, M. 2012. **Study of some reproductive parameters in bovine dairy farms in the east of Algeria.** Investigación Ganadera Para El Desarrollo Rural, 24(2).

HARD, D.B. **Mineral supplementation of Beef Cows in Texas.** Texas Agricultural Extension Service\*Zerle L. Carpenter, Director\* The Texas A&M University System\* Colege Station, Texas. B-6056.

- HERNÁNDEZ, R.P., RÍOS, Q.C., CUELLAR, V.E.J. 2004. **Validación y transferencia de tecnología pecuaria en Coahuila**. Memoria XL Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Yucatán 2004. Noviembre.. INIFAP-SAGARPA. 352 p.
- IBARRA, F.F.A. 1990. **Importancia de los sistemas de pastoreo**. En Memoria de los festejos conmemorativos del 21 Aniversario del CIPEP. Octubre. CLAVE P90001. <https://www.patrocipes.org.mx/investigaciones/manejo-de-pastizales/p90001/>. Consultado el 04 de septiembre de 2024.
- IBARRA, F.F.A., MARTÍN, R.M.H., ENCINAS, B.A., PÉREZ, P.S. 2003. **Recomendaciones para el mejoramiento forrajero de los agostaderos de sonora, mediante técnicas de rehabilitación y manejo**. Publicación Especial. 2003. Abril. Fundación Produce Sonora, A.C-UGRS, PATROCIPES. INIFAP. 21 Pag. Hermosillo, Sonora.
- IBARRA, F.F.A., MORENO, A.C.Y., MARTÍN, R.M.H., MORENO, M.S., DENOGEAN B.F., ARTURO BALDENEGRO, C.A., FERNANDA L. LEÓN, M. F.I. 2011. El destete precoz como una herramienta para incrementar la rentabilidad en los ranchos ganaderos de Sonora, México. Revista Mexicana de Agronegocios. 28:531-542.
- LUNA, L.M, URRUTIA, M.J. 2003. **Bloques nutricionales para la suplementacion del ganado en pastoreo**. Desplegable para productores No. 11. Mayo. Sagarpa-INIFAP. Centro de Investigación regional Noreste. Campo Experimental Palma de la Cruz. San Luis Potosi.
- OSUNA, S. 2003. **La problemática de la ganadería en México**. En: IX Encuentro Nacional de Legisladores del sector Agropecuario de México. Nuestro Congreso. Órgano Informativo del Congreso del Estado de Sinaloa. p. 86-90.
- PARISH, J. 2006. **Cow culling decision. Cattle business in Mississippi**. Disponible: [http://msucare.com/livestock/beef/mca\\_ap\\_2006.pdf](http://msucare.com/livestock/beef/mca_ap_2006.pdf). Consultado 3 mayo 2020.
- RIVERA, M.JA; CABRERA, T.JE; GONZÁLEZ, O. AT; GASTÉLUM, P. LE; YAÑEZ, M.A; IBARRA, F.JM.. 2011. Secuencia 4. **Diagnóstico de Gestación. Selección y manejo reproductivo de las hembra bovina productora de carne y doble propósito en pastoreo**. Manual de Capacitación. Folleto Técnico No. 5. Unidad Técnica Especializada Pecuaria. CENID- MICROBIOLOGÍA. INIFAP. 82 a 104 p.
- ROYO, M.M Y ESQUEDA, C.M. **Sistema de pastoreo diferido**. Tecnología generada en la región norte-centro. Campo Experimental Aldama-Campana.
- ROJAS, S. R. 2013. **Guía para realizar investigaciones sociales**. 38a edición Plaza y Valdez S.A. de C.V. México, D.F. 437 pp.
- ROMÁN, P.S.I., ROMÁN, P.H., AGUILAR, B.U., GONZÁLEZ, B.P., GONZÁLEZ O.E., ROMÁN, P.U. 2007. **25 Años de GGAVATT Tepetzintla: Evolución de los parámetros productivos**. Memoria XLIII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Sinaloa 2007 22-24.Noviembre.. INIFAP-SAGARPA. 149 p.
- SALINAS, G. H., VALLE, E. D., DE SANTIAGO, M. Á, VELIZ, F. G., MALDONADO, J. A., VÉLEZ, L. I., TORRES, D., REQUEJO, M. I., FIGUEROA, U. 2016. **Análisis descriptivo de unidades caprinas en el suroeste de la región Lagunera**, Coahuila, México. Interciencia 41(11):763-768.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2019. **Manual para el diagnóstico de los Proyectos de Desarrollo Territorial (PRODETER)**. Guía para el uso y manejo de la aplicación móvil 'SIAP-Desarrollo Rural'. 113 p.

SUÁREZ, D.H Y LÓPEZ, T.Q. 2009. **La ganadería bovina productora de carne en México**. Situación actual. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo, México. <http://agrinet.tamu.edu/trade/papers/hermilo.pdf>. Consultado 16/07/2021).

VILLARET, A. 2004. **Las redes de ganadería y los proyectos de “asesoramiento y comunicación colectiva”, metodologías y experiencias francesas para un enfoque moderno de la transferencia de tecnología**. *En*: memoria del Simposiums internacionales y conferencias magistrales de la XL Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Mérida, Yucatán, del 22 al 26 de noviembre de 2004, 15-33 p.

## CAPÍTULO 8

# MEDIDAS PREVENTIVAS E OPERACIONAIS PARA EVITAR OBSTRUÇÕES DE TUBULAÇÕES E EMISSORES DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO E FERTIRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO OU MICROASPERSÃO EM ÁGUAS CONTENDO AGENTES DE NATUREZA FÍSICA, QUÍMICA E BIOLÓGICA

*Data de submissão: 09/10/2024*

*Data de aceite: 01/11/2024*

### **Jose Crispiniano Feitosa Filho**

Prof. Dr. DSER/CCA/UFPB; Associado IV.  
Advogado. Areia-Paraíba.

### **Guttemberg da Silva Silvino**

Prof. Dr. Associado IV. . DSER/CCA/  
UFPB; Areia-PB.

### **José Maria Pinto**

Pesquisador Dr. da Embrapa Semi-Arido.  
Petrolina-PE.

**RESUMO:** Na Irrigação e Fertirrigação por Gotejamento ou Microaspersão as obstruções das tubulações e emissores são frequentes e têm como causa principais os depósitos de material sólidos em suspensão da água de irrigação além da presença de elementos químicos como excesso de íon de ferro e de manganês e Material Orgânico. Este trabalho teve como objetivo fazer Revisão Bibliográfica em Teses, Dissertações, Livros Didáticos, Apostilas de Aula, Artigos Técnicos, Site de Internet e outras fontes de informações a fim de obter Conceitos, Detalhes, Características das Formas de Obstruções e Controle de cada um desses Agentes causadores de Obstruções em Tubulações

e Emissores dos Sistemas de Irrigação. Além disso apresentar Exemplos de Cálculos e de Dosagem dos Produtos e práticas recomendadas para o Controle de Agentes de Natureza Físicas, Químicas e/ou Biológicas causadores dessas obstruções; bem como fornecer Informações Técnicas das Medidas Preventivas, dos Níveis de Riscos Baixos, dos Riscos Médios e dos Riscos Altos e passíveis de Perigo na água de irrigação. Além disso fornecer recomendações Operacionais dos Sistemas de Irrigação/Fertirrigação visando Melhor Operacionalidade e Eficiências dos Sistemas de Irrigação por Gotejamento ou por Microaspersão. Como Conclusão recomendam-se proceder antes da Aquisição e da Instalações dos Sistemas de Irrigação no campo ter Atenção Especial para a necessidade de se fazer Análise da Qualidade da Água a ser utilizada na Irrigação; bem como de conhecer e adotar os Procedimentos de Coleta da Água para Análises e Interpretação dos Níveis adequados e de riscos dos Principais Agentes passíveis de influenciar nas obstruções das tubulações e dos emissores dos Sistemas de Irrigação visando Prevenir dos danos e dos abandonos prematuros de Projetos de Irrigação ou de Fertirrigação.

**PALAVRAS CHAVE.** Filtração, Excesso de Íons de Ferro e de Manganês, Fertirrigação, Obstruções de Tubulações e Emissores.

## PREVENTIVE AND OPERATIONAL MEASURES TO AVOID CLOGGING PIPES AND EMITTERS OF IRRIGATION AND FERTIRRIGATION SYSTEMS BY DRIP OR MICROSPRAYING IN WATER CONTAINING PHYSICAL, CHEMICAL AND BIOLOGICAL AGENTS

**ABSTRACT.** In Drip Irrigation and Fertigation or Microsprinkler, obstructions in pipes and emitters are frequent and are mainly caused by deposits of solid material suspended in the irrigation water, in addition to the presence of chemical elements such as excess iron and manganese ions and organic material. This work aimed to perform a bibliographic review of theses, dissertations, textbooks, class notes, technical articles, websites and other sources of information in order to obtain concepts, details, characteristics of the forms of obstructions and control of each of these agents that cause obstructions in pipes and emitters of irrigation systems. In addition, it presents examples of calculations and dosage of products and recommended practices for the control of physical, chemical and/or biological agents that cause these obstructions; as well as providing Technical Information on Preventive Measures, Low Risk Levels, Medium Risks and High Risks and Risks that may cause Hazards in irrigation water. In addition, providing Operational Recommendations for Irrigation/Fertigation Systems aiming at Better Operability and Efficiency of Drip or Micro-sprinkler Irrigation Systems. As a Conclusion, it is recommended that before the Acquisition and Installation of Irrigation Systems in the field, Special Attention be paid to the need to Analyze the Quality of the Water to be used in Irrigation; as well as knowing and adopting the Water Collection Procedures for Analysis and Interpretation of the appropriate Levels and risks of the Main Agents that may influence obstructions in the pipes and emitters of Irrigation Systems in order to Prevent damage and premature abandonment of Irrigation or Fertigation Projects.

**KEYWORDS:** Filtration, Excess Iron and Manganese Ions, Fertigation, Pipe and Emitter Obstructions.

## 1 | INTRODUÇÃO

Na Irrigação e Fertirrigação por Gotejamento ou Microaspersão as obstruções das tubulações e emissores são frequentes e têm como causa principais os depósitos de material sólidos em suspensão da água de irrigação além da presença de elementos químicos como excesso de íon de ferro e de manganês e Material Orgânico.

As Obstruções de Tubulações e Emissores constituem os maiores problemas, principalmente nesses 2 (dois) Sistemas de Irrigação que são os principais constituintes do Método de Irrigação Localizado por serem essas obstruções responsáveis pelo abandono prematuro de muitos Projetos de Irrigação.

Os Agentes causadores dessas obstruções são divididos como sendo eles de natureza física; de natureza química e de natureza biológica.

Dentre os Agentes de Natureza Físicas estão as deposições acumulativas de

partículas inorgânicas como: areia, silte, argila, plásticos e partículas orgânicas como fragmentos de plantas, de animais, peixes, etc.

Esses Materiais em suspensão na água são transportadas pelas tubulações e ao alcançarem os emissores com saídas de água de pequeno diâmetros nelas esse material são retidos e passam a obstruir essas saídas. Para resolver parte desse problema recomenda-se que se façam a Operação de Filtragem da água antes dela adentrar nas tubulações e nos emissores dos sistemas de irrigação.

Já os agentes de natureza química são de controle mais difíceis por serem decorrentes da deposição de produtos distintos transportados dissolvidos na água de irrigação ou já nela incorporada quando feita a Quimificação ou Fertirrigação. Nesse caso os precipitados mais comuns são o Carbonato de Cálcio, o Carbonato de Magnésio e o óxido de Ferro.

Os agentes de natureza biológica consistem de ação de microrganismos ou parte deles como: algas, fungos, ou bactérias presentes nas águas de Irrigação ou que também são desenvolvidos no interior das tubulações dos sistemas de irrigação.

## 1.1 Medidas de Controle de Cada um Desses Agentes.

Para facilitar o Controle dos problemas de obstruções das tubulações e dos emissores dos Sistemas de irrigação existem Tabelas contendo referencias que ajudam a qualificar e interpretar os riscos possíveis de ocorrerem decorrentes da ação de Agentes de Natureza Físicas, de Natureza Química e de Natureza Biológicas presentes na água de irrigação, com dados apresentados na Tabela 01. Pelos dados apresentados nessa tabela torna-se fácil após o recebimento das Análises feitas na água de Irrigação o técnico operador dos Sistemas de irrigação ter conhecimento dos riscos e de Medidas preventivas a serem adotadas para minimizar os riscos das possíveis de obstruções.

Fatores	Níveis de Obstruções		
	Baixo	Médio	Alto
a) Físicos	-	-	-
Sólidos em Suspensão (ppm)	50	5-100	100
b) Químicos	-	-	-
pH	7,0	7,0- 8,0	8,0
Sólidos dissolvidos (ppm)	500	500- 2000	2000
Manganês (ppm)	0,1	0,1- 1,5	1,5
Ferro (ppm)	0,1	0,1- 1,5	1,5
c) Biológicos	-	-	-
Bactérias (Nº/ml)	10.000	10.00- 50000	50.000

Tabela 01. Critérios de Classificação dos Agentes Causadores de Obstruções Presentes na Água de Irrigação.

Fonte: GILBERT & FORD (1986).

### 1.1.1 Medidas de Prevenção dos Agentes de Natureza Físicas.

As obstruções devidas a presença de partículas de areia e de material orgânicos são controladas normalmente utilizando a filtração primária ( filtro de areia) e a filtração secundário (filtros de disco e filtros de tela ou de malha) da água de irrigação. A filtração primária se faz quando a água logo que saís da fonte de captação ou e antes dela ser entrada no Cabeçal de Controle.

Segundo Testezlaf (2008), "o entupimento de emissores na irrigação localizada por contaminantes físicos, químicos e biológicos afeta o desempenho hidráulico, amplia os problemas de manutenção e, conseqüentemente, o custo operacional do sistema, reduzindo a uniformidade de distribuição da água. Acrescenta que a obstrução dos emissores afeta negativamente a operação do Sistema de irrigação, reduzindo as chances de sucesso da irrigação e tornando a qualidade da água a principal preocupação no manejo de culturas irrigadas por sistemas localizados" (Grifo nosso).

Os Filtros de Tela e os Filtros de Disco devem ser instalados logo após o local que foi fixado o injetor de produtos químicos na Quimigação/Fertirrigação. No funcionamento dos filtros, diferentes parâmetros hidráulicos estão envolvidos e precisam ser conhecido e quantificados pelos técnicos planejadores e operantes dos Sistemas de Irrigação o Sistemas de Fertirrigação.

Dentre eles: a) a quantidade de fluxo ( $q$ ), que consiste na vazão por unidade de área do meio filtrante, expressa em  $m^3 \cdot s^{-1} \cdot m^2$ . b) A Condutividade Hidráulica de meio filtrante ( $k$ ) expressa em  $m \cdot s^{-1}$ . (YAGUE, 1996).

Também FEITOSA FILHO et al. (2000) construíram um Filtro utilizando Material de Baixo Custo (PVC) e avaliaram Características Hidráulicas do Filtro submetido a diferentes Condições de Vazões e de Pressão de Serviço. Dentre os resultados verificaram que a Eficiência do Filtro e da Filtração procedeu-se em oposição as causas das obstruções. Assim verificaram que a Eficiência do Filtro foi dependente de 4 (quatro) fatores: a) da Quantidade das Impurezas presentes em Suspensão na Água a ser filtrada; b) do Tipo de Material Filtrante, c) do Sentido do Fluxo da Água no Filtro; e d) do Tempo de funcionamento do Sistema de Filtração com um todo. Como resultado verificaram que Fluxo da Água no Filtro no Sentido descendente deve ser adotado na Operação de Filtragem e em operação Normal. Já o Sentido Ascendente deve ser adotado quando se desejar fazer a retro lavagem do filtro visando a limpeza do Material Filtrante impregnado com as impurezas da filtração. No trabalho eles verificaram também que o Sentido do Fluxo da Água no Meio Filtrante influenciou mais no aumento das Perdas de Cargas no Filtro do que a Vazão Motriz e na taxa de Fluxo por Superfície Filtrante. Quando as Perdas de Cargas foram avaliadas em função das Taxas de Fluxo por Superfície Filtrante elas apresentaram melhores ajustes, seguindo o modelo de Funções matemáticas Polinomiais Quadráticas. As Perdas de Carga em função do Tempo de Funcionamento do Filtro e da Taxa de Fluxo da água no Meio

Filtrante mostraram-se como referenciais adequados para se definir a Eficiência dos Filtros de Areia.

### *1.1.2 Medidas de Prevenção de Agentes de Natureza Química.*

A formação de precipitados na água de irrigação depende dos íons presentes na água, do pH da água e dos produtos nela utilizados como adubos para Fertirrigação ou Produtos com outras finalidades. Os precipitados podem contribuir para obstruções das tubulações e emissores do Sistema de Irrigação principalmente, nas águas com nível de pH acima de 7,0.

Os tratamentos químicos são remendados para reduzir o potencial de precipitação de sais insolúveis que causam as obstruções nas partes internas das tubulações e nos emissores do sistema de irrigação. Os precipitados originam-se de reações entre o cálcio ou carbonatos (CUENCA, 1989).

### *1.1.3 Medidas de Controle do Excesso de Íons de Ferro e Excesso de Íons de Manganês em Água de Irrigação com Uso da Aeração Artificial.*

Segundo Bar (1995) problemas decorrentes da deposição de íons de ferro nos Sistemas de Irrigação por Gotejamento tem sido reportado não só nos EUA, mas também em outras parte do Mundo como Austrália, Zâmbia, Taiwan e Israel. Esses depósitos criam severos problemas de obstruções já que são constituídos de filamentos amorfos gelatinosos do tipo limo que precipitados em água causando obstruções dos sistema . Segundo ele os problemas tornam-se mais comuns em aquíferos oriundos de solos arenosos e ricos de matéria orgânica, e com pH abaixo de 7,0 com ausência de oxigênio nessa águas dissolvidos. Acrescenta que essas águas contem íons ferroso ( $Fe^{+2}$ ) que é quimicamente reduzido que são 100 % solúveis em água e formam material primários para formação dos limos. Acrescenta que Concentração de íons ferrosos ( $Fe^{+2}$ ) abaixo de 0,15- 0,22  $mg.l^{-1}$  são considerados de baixo potencial de riscos para obstruções dos Sistemas por Gotejamento (H.W. Ford 1982). Entre 0,2-1,5  $mg.l^{-1}$  de perigo moderado de riscos para obstruções dos emissores. Já Concentrações acima de 1,5  $mg.l^{-1}$  são descritas como de níveis severos; segundo Buck & Nakayama, 1980). A mudança da forma de íons ferroso ( $Fe^{+2}$ ) para a forma de íons férrico ( $Fe^{+3}$ ), que é insolúvel se dar naturalmente pelo Processo de Oxidação. Acrescenta que praticamente qualquer água de irrigação contendo concentração acima de 0,5  $mg.l^{-1}$  desse íons não deve ser usada nos sistemas por gotejamento sem que antes tenham feitos o controle desses problema. Cita que experimentos realizados na Florida indicaram que a Cloração sucessivamente controlou os limos decorrentes do ferro quando a concentração deles esteve menor que 3,5  $mg.l^{-1}$  e pH abaixo de 6,5.

Testzlaif et al. (2001) realizaram levantamento da qualidade de águas em diversas propriedades e em quatro tipos de fontes. Constataram que as Concentrações de Ferro e

de Manganês variaram de 0,01 mg.l<sup>-1</sup> a 6,2 mg.l<sup>-1</sup> para o Ferro Total e para o Manganês Total variaram de 0,01 mg.l<sup>-1</sup> a 0,30 mg.l<sup>-1</sup>.

Segundo MRWA (2008), o tratamento mais comum de água consiste na remoção dos íons de ferro e de manganês, principalmente sendo águas de origem subterrânea. Acrescenta que íons de ferro e de manganês reagem com o oxigênio dissolvido na água formando compostos insolúveis, desse modo, dificilmente encontrados ferro e manganês em águas superficiais, ou quando esta contiver alta quantidade de oxigênio dissolvido. É informado também que o limite tolerado na água para o Consumo Humano seja de 0,3 mg.l<sup>-1</sup> para o Ferro e de 0,05 mg.l<sup>-1</sup> para o Manganês, respectivamente.

A Finalidade da Aeração é converter íons de ferro e de manganês das forma ferrosa (Fe<sup>+2</sup>) e da forma manganosa (Mn<sup>+2</sup>) respectivamente que são solúveis em água para a forma de íon férrico (Fe<sup>+3</sup>) e íon mangânico (Mn<sup>+3</sup>), que são formas insolúveis. Assim para 0,14 mg.l<sup>-1</sup> de oxigênio dissolvido na água pode-se oxidar 1,0 mg.l<sup>-1</sup> de ferro. Para 0,27 mg.l<sup>-1</sup> de oxigênio dissolvido na água pode-se oxidar 1,0 mg.l<sup>-1</sup> de manganês, indicativo desse último ser mais difícil de oxidar em relação ao íon de ferro, (MRWA, 2008).

Boon (1978) cita que nem sempre os métodos naturais de aeração são capazes de manter níveis adequados de oxigenação na água. Quando isso não é possível, há a recomendação da necessidade de se ter estruturas e/ou de instrumentos aeradores para facilitar o contato do ar com a água e facilitar o Processo de Aeração Artificial.

Nesse contexto Cavalcante e Urtiga (1992) citam vários Processos recomendáveis para se fazer a Aeração Artificial da Água como: Aeração simples seguida da retirada do material precipitado e, Aeração seguida de leito de contato. Eles recomendam que após a Aeração torna-se importante repouso em torno de 60 minutos para que seja completado o Processo de Precipitação e decantação. Citam como único inconveniente do Processo de Aeração e de Filtração, a baixa eficiência na remoção dos íons de manganês, operação essa, altamente dependente do pH da água.

Imhoff & Imhoff (1986) citam que embora a Aeração traga benefícios no tratamento da água, sua eficácia ainda é limitada em razão de vários parâmetros: O oxigênio proveniente do ar só é dissolvido até seu limite máximo de saturação na água, que fica no máximo, em torno de 10 mg.l<sup>-1</sup>. Para melhorar a eficiência da aeração no tratamento da água de esgoto recomenda-se que se façam o reforço com outras práticas de tratamento de água. Acrescenta que a eficácia da aeração é dependente de muitas condições ambientais como: da Temperatura, da Pressão; do Tempo de Aeração, do local e da forma de deposição do oxigênio na água.

Schankschouk (1996) recomenda a Aeração seguida da Decantação, preferível ao tratamento químico ao tratamento de água, pois além de servir na oxidação do ferro e do manganês proporciona outras vantagens como a volatilização do gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S), prevenindo a formação de complexos de enxofre, de ferro e de manganês.

Ribeiro & Bresaola Junior (2013) avaliaram o Uso do Permanganato de

Potássio( $\text{KMnO}_4$ ) e Carvão Ativado em Pó (CAP) na Remoção do Manganês em Água. Pelos resultados concluíram que a) para tempo de contato empregando as dosagens de CAP igual a  $7,0 \text{ mg.l}^{-1}$  e de  $\text{KMnO}_4$  iguais a  $1,0 \text{ mg.l}^{-1}$  e  $1,2 \text{ mg.l}^{-1}$  foram insuficientes para remover por completo o composto orgânico utilizado no preparo as solução; b) a dosagem de CAP igual a  $7,0 \text{ mg.l}^{-1}$  e de  $\text{KMnO}_4$  igual a  $1,4 \text{ mg.l}^{-1}$ , além de remover integralmente o material orgânico não deixou residual de Manganês acima do limite aceito pela Organização Mundial de Saúde; c) as dosagens de  $\text{KMnO}_4$  superiores a  $1,6 \text{ mg.l}^{-1}$  mostraram-se inapropriadas por deixarem um residual de Manganês acima do aceitável pela OMS; d) o incremento na dosagem de CAP para  $10,0 \text{ mg.l}^{-1}$  e a redução na do oxidante para  $1,0 \text{ mg.l}^{-1}$  não só removeram totalmente o Ácido Húmico bem como o residual de Manganês ficou abaixo de limites mais restritivos do que os limites recomendados pela OMS.

Autores como Pizarro (1987) e Zinati (2005) buscando resolver parte das obstruções de tubulações e de emissores com compostos de ferro recomendam que se faça Aeração Artificial da Água a ser utilizada na Irrigação, antes que ela entre nas Tubulações. Isso visando propositamente levar a Oxidação dos íons de  $\text{Fe}^{++}$  e  $\text{Mn}^{++}$ , em local determinado e em condições controladas. Deste modo os Precipitados de  $\text{Fe}^{+++}$  e  $\text{Mn}^{+++}$  produzidos pela Oxidação pela Aeração Artificial podem ser decantados e/ou retidos com Uso de Filtros e em seguida eliminados para fora antes da água ser adentrada nos Sistemas de Irrigação.

Diante dessas recomendações Trabalho conduzido por FEITOSA FILHO (2008) avaliando os Efeitos da Prática da Aeração feita isoladamente e também feita combinada com a Cloração, com Uso de Permanganato de Potássio e Controle do pH seguidos da Filtração no Tratamento do Excesso de Íons de Ferro e de Manganês em Águas de Irrigação mostrou que a Aeração Artificial da Água feita isoladamente foi comprovada como Prática eficaz no Controle do excessos de Íons de Fero e de Manganês tanto feita Isoladamente quanto feita conjuntamente junto a Cloração ou ao Uso Permanganato de Potássio, visando a Correção de Excesso de Íons de Ferro e de Manganês em Águas para fins de Irrigação.

#### *1.1.4 Uso de Ácidos Recomendados no Controle de Precipitados Químicos.*

Segundo GRANBERRY (1998), os ácidos mais recomendados para tratamento de precipitados químicos são o ácido fosfórico, o ácido sulfúrico e o ácido nítrico; cuja quantidade aplicada na água de irrigação depende de:

- a) Poder Acidificante de cada produto;
- b) da Capacidade do Reservatório de Armazenamento da água; e
- c) do pH da água de irrigação para poder dissolver os precipitados minerais nas linhas e nos emissores.

A escolha do Ácido para ser aplicado na água de irrigação depende dos materiais nela presentes, da quantidade de água a ser tratada e da severidade das obstruções. A

concentração dos ácidos na água pode variar de 1 a 3 mg/10L de H<sub>2</sub>O, devendo ser feita num tempo variando de 45 a 60 minutos a fim de se ter uma redução nos níveis de pH de 4,0 para 5,0.

Segundo NAKAYAMA (1986) uma das alternativas viável para prevenir que isso ocorra é controlar o pH da solução.

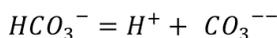
O conceito do Índice de Saturação de Langelier é baseado na relação entre o pH, pH<sub>c</sub> (pH calculado) para o pH, pH (pH medido) da água.

O pH<sub>c</sub> obtido na Concentração Total dos íons Ca<sup>++</sup>, CO<sub>3</sub><sup>-</sup> e HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> da água.

A transcrição simplificada para obter esse Índice que envolve a Solubilidade de CaCO<sub>3</sub>, K<sub>s</sub> e a constante de dissociação K<sub>d</sub> do HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> é:



$$K_s = (Ca^{++}) (CO_3^{--})$$



$$K_d = \frac{(H^+) (CO_3^{--})}{(HCO_3^-)}$$

A seguir, dividindo-se o Termo K<sub>s</sub>, da eq.(2) por K<sub>d</sub> fornece a eq. (3):

$$\frac{K_s}{K_d} = \frac{(Ca^{++}) (HCO_3^-)}{(H^+)} \quad (3)$$

Aplicando Logaritmo nos termos da equação (03), tem-se:

$$\log K_s - \log K_d = \log(Ca^{++}) + \log(HCO_3^-) - \log(H^+) \quad (4)$$

O Logaritmo Negativo do íon H<sup>+</sup> representa o pH com diferentes valores.

A diferença entre o pH medido (pH<sub>m</sub>) da Solução Padrão e o pH calculado (pH<sub>c</sub>) representa ao valor do Índice de Saturação de Langelier (ISL), definido pela eq.(5), dada por:

$$ISL = pH_m - pH_c \quad (5)$$

O valor desse índice serve para indicar a tendência de haver ou não precipitação do cálcio e do carbonato presentes na água segundo pelas seguintes condições:

- a) Se pH<sub>m</sub> – pH<sub>c</sub> = 0 , indica que os constituintes estão em equilíbrio;
- b) Se pH<sub>m</sub> – pH<sub>c</sub> < 0, indica não ocorrer precipitação;
- b) Se pH<sub>m</sub> – pH<sub>c</sub> > 0; indica que a precipitação do CaCO<sub>3</sub> provavelmente ocorrerá.

A Eq. (6), redefinida em termo de logaritmo negativo e com “p” representando a transformação, sendo dada por:

$$pH_c = (pK_d - pK_s) + p(Ca^{++}) + p(CO_3^{--} + HCO_3^-) + p(ACF) \quad (6)$$

Tanto o valor  $K_d$  quanto o valor de  $K_s$  depende da temperatura da água. Uma fórmula que possibilita calcular esse termo é dada por:

$$pK_d - pK_s = 2,586 - 2,621 \times 10^{-2}t + 1,01 \times 10^{-4}t^2 \quad (7)$$

em que  $t$ ; corresponde a temperatura, em °C.

O Fator  $p(ACF)$  depende da temperatura. Na faixa de 0 a 50 °C a diferença é de apenas de 2%, sendo desprezível na prática. Este fator é dependente da concentração da solução e pode ser calculado pela expressão seguinte:

$$p(ACF) = 7,790 \times 10^{-2} + 2,160 \times 10^{-2}TDS - 5,477 \times 10^{-4}TDS^2 + 5,323 \times 10^{-6}TDS^3 \quad (8)$$

Sendo TDS, os íons dissolvidos totais em mol. l<sup>-1</sup>.

## 2 | OBJETIVO DO TRABALHO

Este trabalho teve como objetivo fazer Revisão Bibliográfica em Teses, Dissertações, Livros Didáticos, Apostilas de Aula, Artigos Técnicos, Site de Internet e outras fontes de informações a fim de obter Conceitos, Detalhes, Características das Formas de Obstruções e Controle de cada um desses Agentes causadores de Obstruções em Tubulações e Emissores dos Sistemas de Irrigação. Além disso apresentar Exemplos de Cálculos e de Dosagem dos Produtos e práticas recomendadas para o Controle de Agentes de Natureza Físicas, Químicas e/ou Biológicas causadores dessas obstruções; bem como fornecer Informações Técnicas das Medidas Preventivas, dos Níveis de Riscos Baixos, dos Riscos Médios e dos Riscos Altos e passíveis de Perigo na água de irrigação. Além disso fornecer recomendações Operacionais dos Sistemas de Irrigação/Fertirrigação visando Melhor Operacionalidade e Eficiências dos Sistemas de Irrigação por Gotejamento ou por Microaspersão.

## 3 | MATERIAL E MÉTODOS

Como Metodologia da Pesquisa foi feita uma Revisão Bibliográfica utilizando livros, periódicos, artigos científicos, site da internet e outras fontes de informações que permitissem apresentar exemplos ilustrativos de Cálculos de Densidades de Plantio. Em seguida, seguindo critérios adotados pelo MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE PERNAMBUCO (2021) e por Cretella Junior & Cretella Neto (2006) definiram 10 (Dez) Perguntas com suas respectivas Respostas envolvendo Critérios de Cálculos utilizados para obter Densidades de Plantio de Culturas implantadas em formatos distintos de distribuição na área; bem como Apresentar exemplos desses Cálculos passíveis de serem

utilizados ou ajustados para condições similares de explorações.

## 4 | RESULTADOS

**Exemplo 1.** Partindo de uma análise de água de irrigação que forneceu os seguintes dados:  $Ca^{++} = 1,94$  meq/L,  $CO_3^{--} = 0,28$  meq/L,  $HCO_3 = 6,52$  meq/L, TDS=10,22 meq/L, pHm=7,85 na temperatura de 26°C. Com esses dados determinar pelo Índice de Saturação de Langelier (ISL) se essa água apresenta ou não riscos de precipitação do  $CaCO_3$ . Como Proceder os Cálculos para a Correção dos Riscos de Obstruções devidas ao uso desses agentes?

### RESPOSTA 01.

#### a) Procedimentos de Cálculos

a) Inicialmente substituindo o Valor da Temperatura de 26 °C na equação abaixo tem-se:

$$pKd - pKs = 2,586 - 2,621 \times 10^{-2}(26) + 1,01 \times 10^{-4}(26)^2 = 1,836$$

b) Substituindo o valor do TDS de 10,22 meq.l<sup>-1</sup> na equação seguinte tem-se:

$$p(ACF) = 7,790 \times 10^{-2} + 2,160 \times 10^{-2}(10,22) - 5,477 \times 10^{-4}(10,22)^2 + 5,323 \times 10^{-6}(10,22)^3 = 0,236$$

c) A Equação de Conversão para transformar meq/L para mol/L de p(Ca):

Os procedimentos para se determinar a Concentração Molar do  $Ca^{++}$  e  $HCO_3^-$ , citado por Cuenca (1989) são os seguintes:

1) Para o  $Ca^{++}$ :

- Cálculo do Peso Molecular do  $Ca^{++}$  é 40,03 g e seu peso equivalente é de 20,15 g.

Para se calcular a Concentração em mg/L, de 1,94 meq/L faz-se:

$$Ca^{++} = 1,94 \text{ meq/L} \times 20,015 \text{ g/eq} = 38,829 \text{ mg/L}$$

- Concentração em mol/L e o fator “p” se tem:

$$Ca^{++} = \frac{38,829 \text{ mg/L}}{40,03 \text{ g/mol}} = \frac{0,038829 \text{ g/L}}{40,03 \text{ g/mol}} = 0,00097 \text{ mol/L}$$

Aplicando o Logaritmo Negativo de  $Ca^{++}$  obtém-se:

$$p(Ca^{++}) = 3,013$$

Para o  $CO_3^{--}$

- Peso molecular do  $\text{CO}_3^{--}$  é 60,018 g e seu peso equivalente de 30,009 g. Para calcular a concentração em mg/L correspondente a 0,28 meq/L se tem:

$$\text{CO}_3^{--} = 0,28 \text{ meq/L} \times 30,009 \text{ g/eq} = 8,402 \text{ mg/L}$$

- Para se calcular a concentração em mol/L tem-se:

$$\text{CO}_3^{--} = \frac{8,402 \text{ mg/L}}{60,018 \text{ g/mol}} = \frac{0,008402 \text{ mg/L}}{60,018 \text{ g/mol}} = 0,00014 \text{ mol/L}$$

3) Para o  $\text{HCO}_3^-$ :

- O Peso Molecular do  $\text{HCO}_3^-$  é 61,018 g. Seu peso equivalente é 61,018 g também. Para se calcular a concentração em mg/L correspondente a 6,52 meq/L se tem:

$$\text{HCO}_3^- = 6,52 \text{ meq/L} \times 61,018 \text{ g/eq} = 397,84 \text{ mg/L}$$

- Concentração em mol/L e o fator p se tem:

$$\text{HCO}_3^- = \frac{397,84 \text{ mg/L}}{61,018 \text{ g/mol}} = \frac{0,39784 \text{ mg/L}}{61,018 \text{ g/mol}} = 0,00652 \text{ mol/L}$$

- Para se calcular a concentração em mol/L do somatório ( $\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^-$ ) se tem:

$$(\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^-) = (0,00014 \text{ mol/L} + 0,00652 \text{ mol/L}) = 0,00792 \text{ mol/L}$$

- Calcular do Fator de p( $\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^-$ ), aplicando o logaritmo negativo se tem:

$$p(\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^-) = 2,101$$

d) O pHc pela Eq. (12) com substituição dos valores conhecidos fornece:

$$\text{pHc} = (1,836) + 3,013 + 2,101 + 0,236 = 7,186$$

e) Valor do Índice de Saturação de Langelier (ISL) pela Eq. (13) se tem:

$$\text{ISL} = 7,85 - 7,186 = + 0,66$$

Dando Valor Positivo para o Índice de Saturação de Langelier (ISL) de 0,66 indica possibilidade haver precipitação do carbonato de cálcio na água de irrigação.

**EXEMPLO 2.** Como Proceder para se Determinar a Concentração de Carbonato e de Bicarbonato a serem Eliminados

**RESPOSTA 02.** A Quantificação da Concentração de Carbonato e do Bicarbonato a ser eliminada pode ser feita segundo HERNÁNDEZ et al. (1987) a partir das seguintes relações:

$$pAlcc = pAlc + ISL$$

$$Alcc = 10^{-pAlcc}$$

$$Alce = Alc - Alcc$$

$$Alc = CO_3^{--} + HCO_3^{--}, meq/L$$

**EXEMPLO 03 Como Cálculo do Fator f do Ácido e ser Adicionado na água**

$$f, (meq/L) = CaCO_3 \text{ a e lim i nar, emmeq/L}$$

**Exemplo 04.** Com os dados do exemplo anterior, determinar a quantidade de ácidos a ser adicionada na água de irrigação para evitar precipitação do  $CaCO_3$ .

**RESPOSTA 04.**

- $pAlcc = pAlc + ISL = (2,101 + 0,66) = 2,761$

- $Alcc = 10^{-pAlcc} = 10^{-2,761} = 1,73meq/L$

$$Alc = (CO_3^{--} + HCO_3^-) = (0,28meq/L + 6,52meq/L) = 6,80 meq/L$$

- $Alce = Alc - Alcc = (6,80meq/L - 1,73meq/L) = 5,07meq/L$

Portanto, o valor de (f) será de 5,07 meq/L

- Sendo utilizado o ácido clorídrico (HCl) com N = 12, tem-se:

$$HCl = \frac{5,07}{12} = 0,44L/m^3$$

- Sendo utilizado o ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) com N = 36, tem-se:

$$H_2SO_4 = \frac{5,07}{36} = 0,14L/m^3$$

- Sendo utilizado o ácido nítrico ( $HNO_3$ ) com N = 16 tem-se:

$$HNO_3 = \frac{5,07}{16} = 0,32L/m^3$$

- Sendo utilizado o ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ) com N = 45 tem-se:

$$H_3PO_4 = \frac{5,07}{45} = 0,11L/m^3$$

**EXEMPLO 05. Como Determinar a Quantidade de Ácido a ser Aplicada na Água**

## com Uso de Tabelas

**RESPOSTA 05.** Segundo HERNÁNDEZ et al. (1987) os procedimentos práticos que ajudam determinar a quantidade de ácido necessária para manter nível de pH adequado na água se procede da seguinte maneira.

a) Obter uma curva de neutralização para determinar o valor do fator (f)meq do ácido e a quantidade do ácido/L para se ter um pH desejado na água. Em seguida, transforma-se a quantidade obtida em litro (L) para outra unidade de volume maior, (m<sup>3</sup>), considerando o seguinte aspecto. Se 1 L de água necessita de (f)meq de ácido, 1 m<sup>3</sup> necessitará de (f) equivalentes do respectivo ácido.

b) O Fator (f) pode ser determinado pelo Índice de Saturação de Langelier (ISL), eq. (13) cujo valor indica a tendência de haver ou não, a precipitação do CaCO<sub>3</sub> na água.

c) Sendo conhecido o valor dos sólidos dissolvidos totais (TDS) calcula-se os meq de Na<sup>+</sup> + Ca<sup>++</sup> + Mg<sup>++</sup>, a partir da equação seguinte:

$$meq/L(Na^+ + Ca^{++} + Mg^{++}) = \frac{TDS(mg/L)}{64}$$

Na Tabela 02 estão dados utilizados nos Cálculos para se Obter o Volume de Ácido a ser adicionada na água.

Ca+Mg+Na(meq/l)	pKd-pKs	Ca <sup>++</sup> (meq/L)	p(Ca <sup>++</sup> )	CO <sub>3</sub> + HCO <sub>3</sub>	pAlc
0,5	2,11	0,05	4,60	0,05	4,30
0,7	2,12	0,10	4,30	0,10	4,00
0,9	2,13	0,15	4,12	0,15	3,82
1,2	2,14	0,20	4,00	0,20	3,70
1,6	2,15	0,25	3,90	0,25	3,60
1,9	2,16	0,32	3,80	0,31	3,51
2,4	2,17	0,39	3,70	0,40	3,40
2,8	2,18	0,50	3,60	0,50	3,30
3,3	2,19	0,63	3,50	0,63	3,20
3,9	2,20	0,79	3,40	0,79	3,10
4,5	2,21	1,00	3,30	0,99	3,00
5,1	2,22	1,25	3,20	1,25	2,90
5,8	2,23	1,58	3,10	1,57	2,80
6,6	2,24	1,98	3,00	1,98	2,70
7,4	2,25	2,49	2,90	2,49	2,60
8,3	2,26	3,14	2,80	3,13	2,50
9,2	2,27	3,90	2,70	4,00	2,40
11,0	2,28	4,97	2,60	5,00	2,30
13,0	2,30	6,30	2,50	6,30	2,20
15,0	2,32	7,90	2,40	7,90	2,10

Ca+Mg+Na(meq/l)	pKd-pKs	Ca <sup>++</sup> (meq/L)	p(Ca <sup>++</sup> )	CO <sub>3</sub> + HCO <sub>3</sub>	pAlc
18,0	2,34	10,00	2,30	9,90	2,00
22,0	2,36	12,50	2,20	12,50	1,90
25,0	2,38	15,80	2,10	15,70	1,80
29,0	2,40	19,80	2,00	19,80	1,70

Tabela. 02. Índice para obter o Volume de Ácido a ser adicionada na água.

Fonte: HERNÁNDEZ et al. (1987).

Obs. O Termo p(Kd - Ks) depende da temperatura e os valores da tabela acima são válidos para temperatura de 25 °C. Temperaturas na faixa de 15 a 40 °C deverão ser corrigidos da seguinte maneira: deve-se diminuir de 1% para cada °C e, valores acima de 25 °C deve-se aumentar de 1% para cada valor abaixo de 25 °C.

**Exemplo 06. De acordo como os dados fornecidos por uma Análise de Água de irrigação** que forneceu os seguintes dados: pH = 8,50; CE= 0,845 mmhos/cm; Ca<sup>++</sup> = 2,85 meq/L, CO<sub>3</sub><sup>-</sup> = 0,12 meq/L; HCO<sub>3</sub> = 7,23 meq/L na temperatura de 23°C. Com uso da Tabela e utilizando o Índice de Saturação de Langelier (ISL) determinar se essa água apresenta ou não risco de precipitação do CaCO<sub>3</sub>. Caso positivo, quantificar o volume de ácidos a ser adicionado na água de irrigação.

#### RESPOSTA 06.

Procedimentos de Cálculos:

- Sabendo que:

$$Ca^{++} + Mg^{++} + Na^{+} = CE \times 10 = 8,45 meq/L$$

- Cálculo do termo (pKd – pKs) a 25 °C

$$8,3 \rightarrow 2,26$$

$$8,45 \rightarrow x \cdot x = 2,301$$

- Cálculo do termo p(Kd – Ks) corrigido para 23 °C

$$p(Kd - Ks) = (2,301 + 2\%) = 2,347$$

- Cálculo do Termo p(Ca<sup>++</sup>) para (Ca<sup>++</sup>) = 2,85 meq/L

$$2,49 \rightarrow 2,90$$

$$2,85 \rightarrow y \cdot y = 3,319$$

- Cálculo do termo p(Alc) para (CO<sub>3</sub><sup>-</sup> + HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) = 7,35 meq/L

$$6,30 \rightarrow z$$

$$7,35 \rightarrow 2,20 \therefore z = 1,885$$

- Cálculo do Termo pHc pela Equação seguinte.

$$pHc = (2,347) + 3,319 + 1,885 = 7,551$$

- Cálculo do ISL pela Equação seguinte

$$ISL = 8,50 - 7,551 = 0,949$$

- Cálculo da pAlc pela Equação seguinte.

$$pAlc_{cc} = pAlc + ISL = 1,855 + 0,949 = 2,804$$

- Cálculo da pAlcc pela equação seguinte.

$$pAlcc = 10^{-pAlc_{cc}} = 10^{-2,804} = 1,57 \text{ meq/L}$$

- Cálculo da Alcalinidade a ser eliminada.
- $Alce = Alc - Alcc = (7,35 \text{ meq/L} - 1,57 \text{ meq/L}) = 5,78 \text{ meq/L}$

O valor de (f) será de 5,78 meq/L

- Sendo utilizado o Ácido Clorídrico (HCl) com N = 12 se tem:

$$HCl = \frac{5,78}{12} = 0,48 \text{ L/m}^3$$

- Se for utilizado o Ácido Sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) com N = 36, se tem:

$$H_2SO_4 = \frac{5,78}{36} = 0,16 \text{ L/m}^3$$

- Sendo utilizado o Ácido Nítrico ( $HNO_3$ ) com N = 16 se tem:

$$HNO_3 = \frac{5,78}{16} = 0,36 \text{ L/m}^3$$

- Sendo utilizado o Ácido Fosfórico ( $H_3PO_4$ ) com N = 45 se tem:

$$H_3PO_4 = \frac{5,78}{45} = 0,13 \text{ L/m}^3$$

Quando o Grau de obstrução das tubulações for muito severo HERNÁNDEZ et al. (1987) recomendam fazer uma limpeza individualizada de cada emissor submergindo durante o tempo de 15 minutos numa Solução contendo Ácido com Concentração de 1 a 2%.

**Exemplo 07.** Qual o Procedimento para Uso de Cloro Via Água de Irrigação visando o Controle Preventivo de Obstruções de Tubulações e Emissores

**RESPOSTA 07.** A Cloração da Água de Irrigação tem por finalidade introduzir o Produto Cloro na forma de **hipoclorito de sódio** (NaOCl) ou **gás clorito** ( $Cl_2$ ), visando o

controle de **proliferação de algas e de bactérias**, prevenindo assim das obstruções de emissores e das tubulações dos sistemas de irrigação.

O Controle das Algas e de Bactérias que se desenvolvem no interior das tubulações pode ser feita depois complementado com a filtração da água. Se a água utilizada na Irrigação for de má qualidade, cada vez que for feita a irrigação, deve-se também fazer uma Cloração (GRANBERRY, 1998).

Na Cloração recomenda-se manter uma concentração de Hipoclorito de Sódio na água de irrigação, em torno de 1 a 2 ppm durante 30 a 60 minutos.

Para quantificar a Concentração Inicial da solução deve tomar amostras da água em pontos além do local de injeção e verificar se a concentração do produto está sendo distribuída como foi planejada. Para se calcular a Taxa de Injeção (Ti) pode-se utilizar a seguinte expressão:

$$Ti = 0,03 \frac{Q}{\% \text{ Cloro no Produto}}$$

Em que, Q, Vazão passando na água a ser tratada

**Exemplo 08.** Quais os Procedimentos adotados durante a Coleta de Água Para Análise com Fins de Irrigação?

**RESPOSTA 08. Segundo Procedimentos da EMBRAPA esses são os Procedimentos seguintes:**

**a) Procedimentos de Coleta:** “Os procedimentos de amostragem a serem adotados vão depender das características do corpo d’água a ser amostrado (rios, represas, oceanos, poços e outros), e da profundidade das amostras a serem obtidas. A seguir serão apresentados alguns procedimentos para coleta de água doce, sejam superficiais ou subterrâneas”. (Grifo nosso).

**b) Águas superficiais (rios, córregos, represas)**

“Deve-se procurar selecionar pontos espacialmente representativos do corpo d’água a ser analisado, assim como das entradas de poluentes que se pretende detectar. Acrescentam que de acordo com ABNT (1987), recomenda-se evitar a coleta de amostras em áreas estagnadas ou em locais muito próximos às margens.

O procedimento de coleta é bem simples e a dificuldade vai variar com a acessibilidade do local de coleta. Pode ser feito manualmente ou com o auxílio de equipamento.

- Coleta Manual: Remove-se a tampa do frasco com todos os cuidados de assepsia. Deve-se evitar apoiar a tampa do frasco em qualquer superfície de modo a evitar a sua contaminação. Desta forma, o responsável pela coleta deve segurar a tampa enquanto procede a amostragem. Em seguida, o frasco é mergulhado na água, enchido e esvaziado por três vezes seguidas. Na quarta vez ele é mergulhado com a boca para baixo, a cerca de 15 a 30 centímetros abaixo da superfície da água para evitar a entrada de contaminantes superficiais, e sua boca direcionada no sentido contrário à corrente e ligeiramente voltado para

cima, de modo a permitir a saída das bolhas de ar durante a entrada da água no frasco (figura 6). Se a água for estática, deverá ser criada uma corrente superficial, através da movimentação do frasco na direção horizontal, sempre para frente. Deve-se encher o frasco até a borda, sem deixar espaço vazio (bolha de ar). Em seguida ele é fechado e identificado para ser encaminhado ao laboratório. Na amostragem de águas muito poluídas ou contaminadas deve-se evitar que a pessoa que está coletando a amostra entre em contato direto com a mesma". (Grifo nosso).

## 5 | CONCLUSÕES

Como Conclusão recomendam-se proceder antes da aquisição e da instalações dos Sistemas de Irrigação no campo ter Atenção Especial para a necessidade de se fazer Análise da Qualidade da Água a ser utilizada na Irrigação; bem como conhecer procedimentos de Coleta da Água para Análise e Interpretação dos Níveis e Principais Agentes passíveis de influenciar nas obstruções futuras das tubulações e dos emissores dos Sistemas de Irrigação como forma Preventiva desses problemas de Obstruções.

## REFERÊNCIAS

BAR, I. Iron Control Systems For Drip Irrigation In: p. 239- 243. Microirrigation for a Changing World: Coserving Resources/Preseving the Environment. Proceedings of tne Fifth International Microirrigation Congress. April 2-6, 1995. Orlando, Florida.

BOON, A. G. Oxygen transfer in the activated sludge process. In. NEW PROCESSES OF WASTER WATER TREATMENT AND RECOVERY. MATTOCK,G. ( Ed). London: Ellis Howood, 1978. P.17-33.

EMBRAPA. Manual Técnico de Coleta, Acondicionamento, Preservação e Análises Laboratoriais de Amostras de Água para fins Agrícolas e Ambientais. Documentos 65. Rio de Janeiro, RJ 2004. 98 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/88633/1/doc65-2004-manual-coleta-agua.pdf>

FEITOSA FILHO, J. C. Aeração, Cloração, Uso de Permanganato de Potássio e Controle de pH seguidos de Filtração no Tratamento do Excesso de ions de Ferro e de Manganês em Água de Irrigação. Piracicaba: ESALQ/USP. 2008. 124 p. (Trabalho de Pós-doutorado em Agronomia. Área de Concentração: Irrigação e Drenagem).

FEITOSA FILHO, J. C. Otimização hidráulica e manejo de injetores Tipo Venturi Duplo para Fins de Quimigação. Piracicaba: ESALQ/USP. 1998. 164 p. (Tese de Doutorado em Irrigação e Drenagem).

FEITOSA FILHO, J. C. Uniformidade de distribuição de fertilizantes via água de irrigação por microaspersão com uso de injetores Tipo Venturi e Tanque de Derivação. 1990. 77 p. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola, Área de Concentração: Irrigação e Drenagem). Universidade Federal de Viçosa.

FEITOSA FILHO, J. C., LOPES, W. F., CAVALCANTE, L. F., SILVA, I. F. da., LOPES, W. F., LEITE JÚNIOR, G. P., PINTO, J. M. Desenvolvimento e avaliação de um filtro de areia confeccionado em material de baixo custo para uso em irrigação localizada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29. Fortaleza. 2000. **Anais...**Fortaleza: SBEA. 2000. Trabalho EAS 264.

FEITOSA FILHO, J. C., PINTO, J. M., ARRUDA, N.T. Dimensionamento, Construção e Características Hidráulica de um Injetor Tipo Venturi Para Uso na Quimigação. **Revista Irriga**. v. 4. n. 2. p 68-82, 1999

FEITOSA FILHO, J.C. Desempenho do Tanque de Derivação na Fertirrigação por Microaspersão. *Revista CERES*. Viçosa. UFV. v.38. n. 216. P 125-136. 1991.

FEITOSA FILHO, J. C., BOTREL, T. A., ARRUDA, N.T. de., PINTO, J.M. Protótipo, Característica Hidráulica e Custo de Um Filtro de Malha para Uso na Irrigação Localizada. In: BALBUENA, R.H., BENEZ, S.H., JORAJURIA, D. (Ed.) *Avances en el manejo del suelo y agua en ingeniería rural latinoamericana*. La Plata: Editorial de la U.N.L.P. 1998. p. 232-238. 422p.

FEITOSA FILHO, J. C.; BOTREL, T. A.; PINTO, J. M. Influência das Formas de Instalação no Desempenho de Injetores Tipo Venturi Utilizados na Quimigação. Murcia-Espanha, 1997. **Actas de Horticultura**. n.19. v.1. p. 443-449. 1997/ Apresentado ao 1. Congreso Ibérico de Fertirrigacion, 3. Congreso Nacional de Fertirrigacion. Murcia-Espanha. 1997.

FORD, H. W., TUCKER, D. P.H. Blockage of drip irrigation filters and emitters by iron-sulferbacterial products. **Hortscience**. v.10. n. 1.1975. p. 62-64.

IMHOFF, K; IMMOFF, K. Manual de Tratamento de Águas Residuárias. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1986. 301 p.

NAKAYAMA, F. S. Water analysis and treatment techniques to control emitter

pluggng. In: IRRIGATION ASSOCIATION CONFERENCE, 21-24 Feb. 1982.

Proceedings... Portland, Oregon, 1982.

RAVINA, I., PAZ, E., SOFER, Z., MARCU, A. SHIBA, A., SAGI, G. Control of emitter clogging in drip irrigation with reclaimed wastewater. **Irrigation Science**. 1992. v. 13. p.129-139.

RIBEIRO, J.T.; BRESAOLA JÚNIOR, R. Uso do Permanganato de Potássio e Carvão Ativado em Pó na Remoção de Manganês. 2013. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/view/13040774/uso-do-permanganato-de-potassio-e-carvao-ativado-em-po-na>

TESTEZLAF, R; MATSURA, E. E.; ROSTON, D. M.; PAULA, Jr, D.R; PATERNIANI, J.E.S.; RIBEIRO, T.A.P. Análise do Potencial de Entupimento em Gotejadores Através da Avaliação de Água de Irrigação. *Revista IRRIGA*. Botucatu-SP. v.6; n.1. p.53-60. 2001.

TESTEZLAF, R; DEUS, F. P; MESQUITA, M. Filtro de Areia na Irrigação Localizada . Disponível em: [https://www2.feis.unesp.br/irrigacao/pdf/testezlaf\\_filtros.pdf](https://www2.feis.unesp.br/irrigacao/pdf/testezlaf_filtros.pdf)

TESTEZLAF; R. Filtros de Areia Aplicados à Irrigação Localizada: Teoria e Prática. *Revista Engenharia de Água e Solo*. Eng. Agríc. 28 (3) . Set 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162008000300020>

THERADGILL, E. D. Chemigation via sprinkler irrigation: corrents status and future development. **Applied engineering in agriculture**. v.1. n.1. p.16-23. 1985.

NAKAYAMA, F.S.; BULKES, D.A. Trickle irrigation for crop production. Amsterdam: Elsevier. Cap. 3. p.142-163.

PIZARRO, F. Riegos localizados de alta frecuencia. Madrid: Mundi-Prensa, 1987. 461p.

VIVANCOS, A. D. **Fertirrigacion**. Madrid: Mundi-Prensa. 1996. 233 p.

YAGÜE, J. L. F. **Técnicas de riego**, Madrid: Mundi-Prensa. 2. ed. 1996. 471p.

ZANINI, J. R. Hidráulica da Fertirrigação por Gotejamento Utilizando Tanque de Derivação de Fluxo e Bomba Injetora, Piracicaba: USP. 1987. 103 p. (Tese de Doutorado).

WASTER WATER TREATMENT AND RECOVERY. MATTOCK, G.(Ed). London: Ellis Horwood. 1978. p-17-33.

**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 Gerais (UFMG). Engenheiro Segurança do Trabalho, especialista em Engenharia de Produção. Mestre em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista -UNESP. Doutor em Engenharia Agrícola (Construções Rurais e Ambiente) pela Universidade Federal de Viçosa. Pós Doutorando em Engenharia Agrícola pela Universidade da Grande Dourados. Atua como membro como membro colaborador dos grupos de pesquisa vinculado ao CNPq: Núcleo em Ambiente e Engenharia de Sistemas Agroindustriais - AMBIAGRO- UFV, Ergonomia e segurança industrial, Ergonomia e Segurança do Trabalho, Segurança e Saúde do Trabalho, Ergonomia Florestal - LABOERGO - UFV . Atuou como Professor Substituto de Magistério Superior na Universidade Federal de Viçosa, campus Florestal, lecionando as disciplinas de Desenho Técnico e Construções Rurais. Possui experiência nas áreas de Engenharia agrícola, com ênfase em Engenharia de Construções Rurais, Desenho técnico e Assistido por computador, Sustentabilidade em sistemas de produção (Agrícola / Animal), Segurança do trabalho e Ergonomia, Desenvolvimento rural, Energia renováveis na agricultura.

**FERNANDA LAMEDE FERREIRA DE JESUS** - Possui graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal de Minas Gerais -UFMG (2013), graduação em letras inglês pelo Instituto Superior de Educação Ibituruna (2008), mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa - UFV (2016) e doutorado em Engenharia de Sistemas Agrícolas pela Universidade de São Paulo - ESALQ/USP (2019). Atualmente é professora efetiva na Universidade Federal da Grande Dourados- UFGD. Durante o mestrado, trabalhou na área de concentração: Recursos Hídricos e Ambientais, Linha de pesquisa: Manejo e aproveitamento de resíduos agroindustriais, já no doutorado, trabalharam na área de Irrigação e Drenagem. Atua prioritariamente com os seguintes tópicos: Irrigação pressurizada, Manejo de culturas irrigadas, Fertirrigação, Manejo, tratamento e disposição de águas residuárias, sistemas alagados construídos (*wetlands*), Biodigestão anaeróbia e Controle de poluição.

**A**

Agricultura familiar 12, 13, 38, 44

Análisis Cromatográfico 47, 48

**B**

Brecha tecnológica 64, 65, 70

**C**

Componentes técnicos 65, 70, 72

Contaminação 1, 3, 4, 6, 8, 9, 12, 14, 92

Contaminación ambiental 46

CSFI 52

Cultivo cañero 45

**E**

Estresse térmico 22, 23, 25, 32

Excesso de Íons de Ferro e de Manganês 78, 83

**F**

Fertirrigação 77, 78, 79, 80, 81, 85, 94, 95, 96

Filtração 78, 80, 82, 83, 92, 93

**G**

Glifosato 45, 46, 48, 49

**I**

Indicadores 26, 28, 33, 36, 40, 64, 65, 66, 67, 69, 70, 72

**M**

Macadâmia 51, 52, 53, 56, 57, 58, 60, 61

Manejo do solo 38, 41, 44

Modelagem 51, 52, 53

**O**

Obstruções de tubulações e emissores 77, 78, 91

**P**

Poluição hídrica 1, 6

Praga quarentenária 51, 52, 62

Produção animal 22, 33

**Q**

Qualidade da água 1, 2, 3, 4, 6, 9, 77, 80, 93

**R**

Rotação de culturas 12, 13, 14, 15, 20, 38, 41, 42

**S**

Segurança alimentar 11, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 38, 39, 43, 44

SIG 51, 52

Suinocultura 22, 26, 32, 33, 34

Sustentabilidade 15, 16, 18, 19, 29, 32, 38, 39, 41, 42, 44, 96

**V**

Vaca-cría 65

# O FUTURO DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

## INOVAÇÕES E DESAFIOS 4

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

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# O FUTURO DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

## INOVAÇÕES E DESAFIOS 4

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

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 