

ENSAIOS DE AGRONOMIA:

ESTUDOS E ESCRITAS CIENTÍFICAS



ARCO
EDITORES ● ● ●

EMANUEL JEREMIAS RAMALHO DA SILVA
GRACIELLA CORCIOLI
ORGANIZAÇÃO

ENSAIOS DE AGRONOMIA:

ESTUDOS E ESCRITAS CIENTÍFICAS



ARCO
EDITORES ● ● ●

EMANUEL JEREMIAS RAMALHO DA SILVA
GRACIELLA CORCIOLI
ORGANIZAÇÃO

Editor Chefe

Ivanio Folmer

Bibliotecária

Aline Graziele Benitez

Revisora Técnica

Gabriella Eldereti Machado

Diagramação e Projeto Gráfico

Gabriel Eldereti Machado

Imagem capa

Designed by canva

Revisão

Organizadores e Autores(as)

Conselho Editorial**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

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

Profa. Dra. Alicia Eugenia Olmos - Universidad Católica de Córdoba

Prod. Dr. Astor João Schönell Júnior - Instituto Federal Farroupilha

Prof. Dr. Alan Ricardo Costa - Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Camilo Darsie de Souza - Universidade de Santa Cruz do Sul

Prof. Dr. Carlos Adriano Martins - Universidade Cidade de São Paulo

Prof. Dr. Christian Dennys Monteiro de Oliveira - Universidade Federal do Ceará

Profa. Dra. Dayse Marinho Martins - Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Deivid Alex dos Santos - Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Dioni Paulo Pastorio - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Douglas Manoel Antonio de Abreu Pestana dos Santos - Faculdade Sesi-Sp de Educação

Profa. Dra. Elane da Silva Barbosa - Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Profa. Dra. Francielle Benini Agne Tybusch - Universidade Franciscana

Prof. Dr. Francisco Odécio Sales - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará

Prof. Dr. Gilvan Charles Cerqueira de Araújo - Universidade Católica de Brasília

Prof. Dr. Leonardo Bigolin Jantsch -Universidade Federal de Santa Maria

Profa. Dra Liziany Müller Medeiros -Universidade Federal de Santa Maria

Profa. Dra Marcela Mary José - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Mateus Henrique Köhler - Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Michel Canuto de Sena - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Profa. Dra. Mônica Aparecida Bortolotti - Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof. Dr. Rafael Nogueira Furtado - Universidade Federal do ABC

Prof. Dr. Roberto Araújo Silva - Centro Universitário Lusíada

Prof. Dr. Sidnei Renato Silveira - Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Thiago Ribeiro Rafagnin - Universidade Federal do Oeste da Bahia

Prof. Dr Tomás Raúl Gómez Hernández - Universidade Central "Marta Abreu" de Las Villas

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Ensaaios de agronomia [livro eletrônico] : estudos
e escritas científicas / organização Emanuel
Jeremias Ramalho da Silva, Graciella Corcioli.
-- 1. ed. -- Santa Maria, RS : Arco Editores,
2023.

PDF

Vários autores.

Bibliografia.

ISBN 978-65-5417-111-3

1. Agricultura 2. Agronomia - Estudo e ensino
3. Agronomia - Pesquisas 4. Engenharia agrônômica
I. Silva, Emanuel Jeremias Ramalho da. II. Corcioli,
Graciella.

23-154000

CDD-630

Índices para catálogo sistemático:

1. Ciências agrárias 630

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129



10.48209/978-65-5417-111-3

Esta obra é de acesso aberto.

É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte
e a autoria e respeitando a Licença Creative Commons indicada.



ARCO EDITORES

Telefone: 5599723-4952

contato@arcoeditores.com

www.arcoeditores.com

Sumário

CAPÍTULO 1

AVALIAÇÃO DA DOSE LETAL DE PIRETRÓIDES UTILIZADOS NA CULTURA DO TRIGO SOBRE ADULTOS DE CHRYSOPERLA EXTERNA.....8

Natália Letícia Goffi

Suélen Giacomini

Luis Paulo Schorr

Thais Pollon Zanatta

doi: 10.48209/978-65-5417-111-0

CAPÍTULO 2

DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DO ARROIO CAROLINA (SANTANA DO LIVRAMENTO/RS) CONSIDERANDO PARÂMETROS AGROQUÍMICOS E LIMNOLÓGICOS.....21

Wellerson Mora Vargas

Fabiana Schumacher Fermino

doi: 10.48209/978-65-5417-111-1

CAPÍTULO 3

AGRICULTURA URBANA: CULTIVO DE ALFACE (*LACTUCA SATIVA*) EM SISTEMA HORIZONTAL E VERTICAL.....41

Simone Braga Terra

Carolini Castelnobles da Silveira

doi: 10.48209/978-65-5417-111-2

CAPÍTULO 4

BIOFERTILIZANTES: UMA REVISÃO SOBRE AS POTENCIALIDADES DE APLICAÇÃO.....62

Rafael Rodrigo Ferreira de Lima

Juliana de Oliveira Almeida

doi: 10.48209/978-65-5417-111-4

SOBRE OS ORGANIZADORES.....78

SOBRE OS AUTORES.....80

CAPÍTULO 1

AVALIAÇÃO DA DOSE LETAL DE PIRETRÓIDES UTILIZADOS NA CULTURA DO TRIGO SOBRE ADULTOS DE *CHRYSOPELA EXTERNA*

Natália Letícia Goffi

Suêlen Giacomini

Luis Paulo Schorr

Thais Pollon Zanatta

Doi: 10.48209/978-65-5417-111-0

Introdução

O Trigo (*Triticum aestivum*) é o segundo cereal mais produzido no mundo, o que significa que possui grande importância na economia de diversos países, sendo uma das principais fontes alimentares no Brasil, considerando que sua utilização está em diversos alimentos. O Brasil está dentre os maiores produtores mundiais da cultura, estima-se que sejam cultivados 2,8 milhões de hectares de trigo no Brasil, o que poderá resultar em uma safra de 8.130,6 mil toneladas do grão (TORRES 2022). Contudo, o Brasil não é auto suficiente so-

bre a produção e demanda de trigo, por esse fator a utilização de sementes com alta qualidade fisiológica é essencial para a garantia do sucesso da produção agrícola, proporcionando um estande adequado e uniforme, e plantas com alto vigor. (FRANCO, 2022).

A cultura do trigo é atacada por uma vasta gama de pragas, que causam na maioria das vezes prejuízos econômicos. Entre as principais pragas desse cultivo se destacam os pulgões que sugam a seiva da planta e podem transmitir viroses (DÉDA, 2022). Vários fatores vêm contribuindo para o aumento da ocorrência desta praga, como o aumento da área cultivada e o uso massivo de produtos químicos pelos produtores (GONÇALVES, 2020).

O uso excessivo de inseticidas, principalmente os pertencentes ao grupo químico dos organofosforados e piretróides acaba diminuindo ou eliminando populações de inimigos naturais, que fazem o controle biológico dessas pragas. (SANTOS, 2019). Dentre os inimigos naturais predadores de pulgões na cultura do trigo podemos destacar a *Chrysoperla externa*-HAGEN, 1861, sendo que o gênero *Chrysoperla* destaca-se pela ampla distribuição geográfica ocorrendo em habitats variados (SOSA-GÓMEZ, 2020).

Segundo o Nordlund (2021) após a liberação de crisopídeos nas lavouras, esses insetos acabam multiplicando-se de forma independente da ação do homem, porém o uso de defensivos agrícolas para o controle dos pulgões pode acabar eliminando-os. Os piretróides quando aplicados aumentam as infestações de pulgões em lavouras de trigo, fato atribuído a eliminação de seus inimigos naturais (LATHER, 2022).

Para reduzir os danos causados pela aplicação química excessiva de defensivos, novas estratégias vêm sendo adotadas. Dentre essas práticas podemos citar o uso de doses menos letais, que favorecem a sobrevivência dos crisopídeos.

pídeos, controle biológico e o uso de plantas geneticamente modificadas que possuam resistência às principais pragas da cultura do trigo. Justifica-se o uso massivo dos inseticidas químicos a falta de conhecimento pelos pequenos agricultores, o que desencadeia uma insegurança no uso do controle biológico (SO-SA-GÓMEZ, 2020).

A dose resposta fornece uma medida para avaliarmos se as doses de inseticidas recomendados atualmente devem ser reduzidas para a segurança da *Chrysoperla externa*. A curva de dose resposta nos dá o ponto da dose letal (DL50), mostrando a concentração que vai controlar 50% de uma população e a concentração letal média (CL50). As avaliações de curvas de dose resposta utilizando a emergência dos adultos nos fornecem uma importante vantagem em possibilitar tempo suficiente para que as substâncias tóxicas exerçam seus efeitos subletais, resultando em uma estimativa mais precisa dos impactos a longo prazo dos inseticidas testados. (MULLER, 2018)

Com base nisso, o presente trabalho tem por objetivo avaliar diferentes doses de inseticida piretróide sob a taxa de sobrevivência de *Chrysoperla externa* e o controle de pulgões do trigo, para que através desses testes, seja possível identificar uma dose mais adequada para a preservação de *Chrysoperla* o suficiente para o controle dos pulgões.

Metodologia

Coleta dos Indivíduos

Os experimentos foram conduzidos no laboratório multidisciplinar do Centro de Ensino Superior Riograndense (CESURG), localizado no município de Sarandi, Rio Grande do Sul, Brasil.

Foram selecionadas 4 áreas para coleta de *C. externa*, as quais estão localizadas nas cidades de Rondinha e Três Palmeiras, todos municípios do Rio Grande do Sul.

O puçá, é um instrumento de varredura usado para a coleta de insetos no campo, trata-se de um saco cônico com aproximadamente 60 centímetros de profundidade, possui um cabo preso a um arco, onde condiciona-se o tecido que constitui o saco. O mesmo é passado na cultura de 15 a 20 centímetros do topo para baixo das pontas das plantas em um ângulo inclinado, para a direita e para a esquerda, avançando-se gradativamente. Após a coleta, os crisopídeos foram colocados em garrafas pet, com pequenos furos para a entrada de ar, juntamente com seu alimento a base de levedo de cerveja e mel, desta maneira foram transportados ao laboratório da Faculdade Cesurg para a realização dos testes.

Tratamentos

Para cada concentração foram utilizadas 4 repetições, usando as doses de 25 ml, 50 ml, 75 ml e 100 ml do produto, diluídas na acetona certificada e aplicadas no dorso dos insetos para testar a resistência dos inimigos naturais, com 5 a 6 adultos cada.

Para as aplicações foi utilizado o inseticida sistêmico de contato e ingestão do grupo químico piretróide, com nome comercial Karate, sendo constituído de Dimethylclopropanecarboxylate 50 g/L. Este produto é indicado para o controle de diferentes pragas em várias culturas, dentre elas, o trigo, onde é indicado para o controle da Lagarta-do-Trigo (*Pseudaletia sequax*) (ARMAS, 2021).

Procedimentos no laboratório

Em laboratório foram aplicados os tratamentos nos adultos do predador, aplicando-se na região dorsal 0,5 µL a solução composta pelo inseticida. O composto foi diluído em acetona certificada, sendo utilizadas pelo menos cinco concentrações no tratamento dentro de um intervalo estabelecido para cada composto. No tratamento controle foi aplicado nos adultos 0,5 µL de acetona. Extrato de piretrina a 20% foi usado como padrão de toxicidade para comparação com os tratamentos.

Após a aplicação, os adultos individualmente foram acondicionados em uma câmara climática com temperatura de $24 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa 60-70% e fotofase de 14 horas.

A água fornecida por capilaridade mediante um orifício na gaiola e a dieta artificial para adultos foi feita com 15 ml de leite condensado, 2 gemas de ovo, 1 clara de ovo, 30 g de mel, 20 g de açúcar, 30 g de levedura de cerveja, 50 g de germe de trigo e 45 ml de água destilada (FANRONG, 2018). O alimento foi introduzido nas bordas da gaiola semanalmente. Os indivíduos permaneceram em cativeiro até obterem-se os resultados dos testes de resistência aos inseticidas.

A mortalidade foi determinada 72 horas após o tratamento e, os adultos foram considerados mortos quando não responderam a estímulo com pincel. Através da análise de Probit, será determinada a DL50 de cada composto (FENIBO, 2022).

Resultados e Discussão

Os resultados da análise de variância (ANOVA) revelaram efeitos significativos para sobrevivência de adultos de *Chrysoperla externa* ($Pr > F_c = 0,0024$), o coeficiente de variação foi de 23,28%. Demonstrando que, a dose usada acarreta na morte dos insetos e provoca um desequilíbrio no controle, não sendo correta sua recomendação de dosagem. O resumo da análise de variância para essas variáveis é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Análise de variância para a sobrevivência de adultos de *Chrysoperla externa* submetidos a diferentes doses de piretróides utilizados na cultura do trigo.

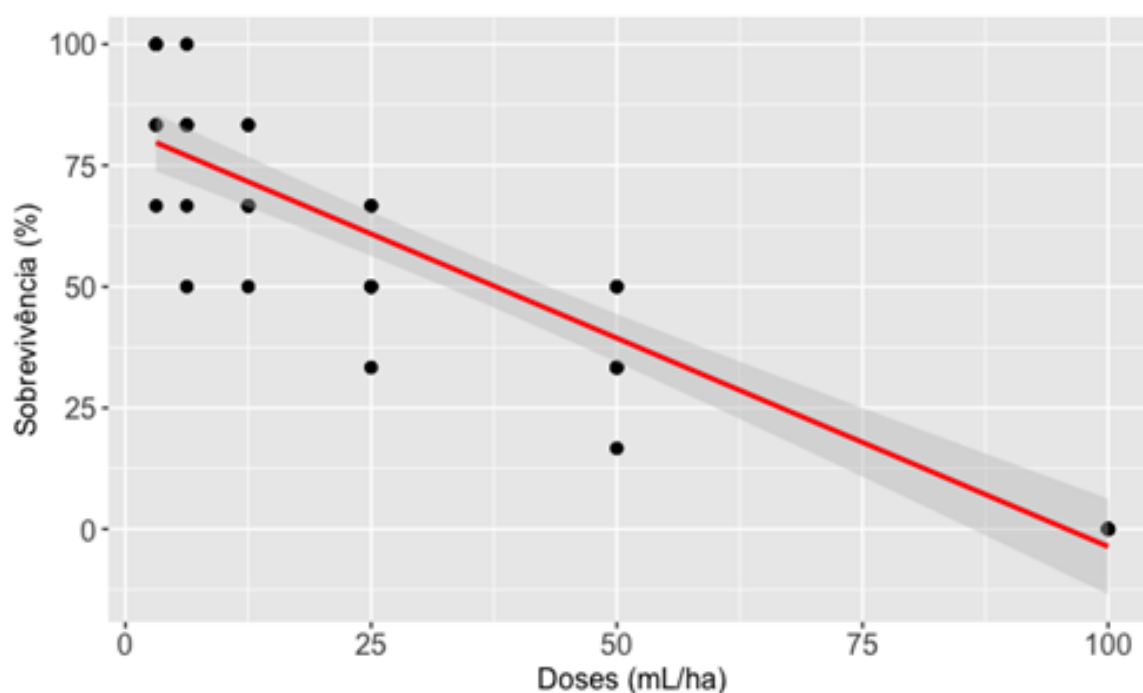
FV	GL	SQ	QM	FC	Pr>F _c
Tratamento	5	113,58	22,72	39,70	2,40e-12
Resíduo	30	17,16	0,57		
Total	35	130,75			

Em que: FV= Fonte de variação; GL= Graus de liberdade; SQ= Soma de quadrados; QM= Quadrado médio; FC= F calculado;
Org.: Os autores.

Diante da significância estatística gerou-se a equação $S = 82,37866 - 0,85982 \cdot \text{Dose}$ ($R^2: 0,83$; EP: 13,11 %), a qual indica uma explicação de 83% da variação dos dados e baixo erro padrão de estimativa. Salienta-se que R^2 é o coeficiente de determinação, que varia entre 0 e 1, indicando um resultado satisfatório para identificar a variância dos dados que é explicada pelo modelo linear. Assim, quanto maior o R^2 , mais explicativo é o modelo linear, ou seja, melhor ele se ajusta à amostra, relacionado ao EP (erro padrão) que por ser uma porcentagem baixa, acaba alavancando o grau de credibilidade da pesquisa e a equação geral valida-se.

A Figura 1 apresenta os resultados da sobrevivência em relação às doses de piretróides testadas. Nela é possível observar uma tendência linear negativa, ou seja, quanto maior a dosagem de piretróides utilizada, menor é a sobrevivência de adultos da espécie.

Figura 1: Sobrevivência de adultos de *Chrysoperla externa* submetidos a diferentes doses de piretróides utilizados na cultura do trigo



Org.: Os autores.

A tendência negativa observada nos resultados deste trabalho pode estar ligada com o produto utilizado, corroborando com Barbosa (2020), os quais observaram alta mortalidade de larvas de *Crysopa oculata* Say, 1839 (Neuroptera: Chrysopidae) quando submetidas a testes com sete diferentes inseticidas piretróides.

Segundo a Figura 1 a dose de 25 ml ha⁻¹ provocou a morte de aproximadamente 70% das *Chrysoperla externa*, fazendo com que os demais insetos da população comecem a adquirir uma resistência. Este fato está atribuído à maior

capacidade dessa espécie em metabolizar o inseticida, ou até mesmo na sua habilidade de se desintoxicar quando expostos ao produto (PEREIRA, 2022). Porém, esta dose acaba sendo ineficiente para o controle de pulgões no trigo.

Até a dose de 50 ml ha⁻¹ aproximadamente 50% da população de *C. externa* sobrevive, aumentando a dose do inseticida, a mortalidade de *C. externa* se eleva linearmente, sendo que na dose de 100 ml ha⁻¹ ocorre 100% da morte de *C. externa*.

De maneira geral, na dose de 25 ml ha⁻¹ o número de indivíduos de *C. externa* que sobrevivem não seriam o suficiente para o controle de pulgões na cultura do trigo. Por conta disso, a melhor dose seria 50 ml ha⁻¹ onde as *C. externa* juntamente com o controle químico teriam uma melhor eficiência no controle de pulgões no trigo. Salienta-se que o monitoramento das lavouras deve ocorrer semanalmente, iniciando sempre pelas bordaduras, onde a presença de pulgões é maior.

Mesmo que os crisopídeos apresentam tolerância natural extremamente elevada a alguns piretróides sintéticos (Grafton-Cardwell; Hoy, 1985), esse trabalho demonstrou que o aumento da dosagem afeta positivamente na mortalidade.

Dessa forma, o efeito tóxico causado pelo inseticida na *C. externa*, na fase larval, faz com que haja resistência à toxicidade em doses baixas, pois está associada à sua capacidade inata de desintoxicação. Porém em doses maiores, como 100 ml/ha, pode levar à mortalidade de toda a população.

Segundo Martins (2022) que trabalhou com os inseticidas piretróides nas doses de 2 e 3 ml L⁻¹, respectivamente, aplicados em larvas de primeiro ínstar de *C. cubana*, constataram que cerca de 71% das larvas sobreviveram no pri-

meio ínstar, oriundas de ovos de *C.cubana* tratados com inseticida regulador de crescimento.

Bolzan (2019) verifica que os produtos endosulfan, fenpropatrina e tri-clorfon foram mais tóxicos para o primeiro, segunda e terceiro instares de *C. externa* e triflumuron foi o menos tóxico para larvas nos três instares tratados. Portanto, é importante salientar que os piretróides são altamente tóxicos aos insetos predadores, podendo sobreviver na fase de ovos a larval, mas matando os adultos nas lavouras sob dosagem para controlar pulgões no trigo.

Assim, um dos objetivos da MIP é o monitoramento através de amostragens periódicas e o uso de estratégias de menor custo e impacto ambiental (BARBOSA, 2020).

Na região Sul do Brasil, o controle do pulgão no trigo é baseado em 10% de plantas infestadas, da emergência ao afilhamento. 10 pulgões/ afilho, do alongamento ao emborrachamento e 10 pulgões/ espiga, do espigamento ao grão em massa. Uma estratégia de redução do uso de químicos e, respectivamente, redução em custo, foi o uso de inimigos naturais predadores, que favoreceram o desenvolvimento de outras populações de insetos úteis nas culturas de verão (RECH, 2022).

Sobre o uso do Karate em trigo, e sua concentração de campo estimada, infere-se que para provocar a letalidade de 90% dos indivíduos das gerações, JAB F2 e PIR F1 de *C. externa* seriam necessárias concentrações de aproximadamente 10 e 14 vezes maiores que a estimada, o que demonstra a pouca suscetibilidade do inseto a Karate (AHMAD, 2022).

No trabalho de Luna (2017), observa-se que, gerações de laboratório de *Chrysoperla externa* provenientes de populações existentes a Karate® (lamb-

da-cialotrina), tiveram sua frequência de resistência diminuída pela ausência de pressão seletiva. Isto se justifica, com a teoria que a ausência da pressão de seleção natural promove a diminuição da frequência de eventual resistência de insetos a determinado princípio ativo.

As reduções no número de indivíduos de algumas gerações de *C. externa* aumentaram seus níveis de suscetibilidade a Karate® (lambda-cialotrina), provavelmente devido à perda de variabilidade genética.

Conclusão

Concluimos através dos testes realizados que a dosagem de até 50% seria a mais adequada para preservação de *C. externa*, porém não seria suficiente para controlar as infestações do inseto praga. Dessa forma pode-se afirmar com os resultados obtidos que a dose recomendada à aplicação do Inseticida Karate à campo não é seletiva as espécies de inimigos naturais, por causa da perda da variabilidade genética que ocasiona a morte dos mesmos e, consequentemente diminuição de seu número no ambiente.

Sendo assim, não é viável a recomendação desta dose, pois a infestação dos insetos praga é maior do que a dos crisopídeos no campo, ocasionando um desbalanço e perda do controle na infestação.

De certo modo, para que o controle químico e biológico seja eficiente, ambos devem estar alinhados, e com isto, o papel dos agrônomos é explicar aos proprietários rurais, sobre os insetos predadores e suas funções benéficas, para que haja redução de custos em inseticidas e que ocorra a preservação de vegetação para o funcionamento de refúgio.

Referências

AHMAD, Zishan et al. Nanotechnological Interventions in Agriculture. **Nanomaterials**, v. 12, n. 15, p. 2667, 2022.

ARMAS, Franciele Silva De. **Efeitos letais e subletais de inseticidas utilizados na cultura do pessegueiro sobre o predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em condições de laboratório e semi-campo**. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2021.

BARBOSA, Guilherme Mateus Dias. **Resposta na mortalidade e comportamento das larvas de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) expostas a inseticidas para o controle de *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae)**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Rio Paranaíba. 2020.

BOLZAN, Felipe Tascheto et al. Biological pest control in maize crop in Brazil: a review. **Journal of Agricultural Science (Toronto)**, v. 11, n. 18, p. 187-196, 2019.

DÉDA, CAINAN. **Uso dos defensivos agrícolas e seus impactos ao meio ambiente e à saúde**. Monografia. Engenharia Agrônômica. Centro Universitário AGES. Paripiranga. 2022.

FANRONG, Z. E. N. G. Research of insect artificial diet. **Chinese Journal of Biological Control**, v. 34, n. 2, p. 184, 2018.

FENIBO, Emmanuel O.; IJOMA, Grace N.; MATAMBO, Tonderayi. Biopesticides in sustainable agriculture: current status and future prospects. **New and Future Development in Biopesticide Research: Biotechnological Exploration**, p. 1-53, 2022.

FRANCO¹, MARIANA SALBEGO et al. **Beneficiamento de sementes de trigo: Implicações na qualidade fisiológica**. Encontro de pós-graduação. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas. 2022.

GONÇALVES, P. A. S.; DE ITUPORANGA. A importância da diversidade vegetal no manejo ecológico de insetos em agroecossistemas: uma revisão The importance of plant diversity in the ecological management of insects in agroecosystems: a review. Epagri-Estação Experimental. **Scientific Electronic Archives**. v.13, p.88-95. 2020.

GRAFTON-CARDWELL. Intraspecific variability in response to pesticides in the common green lacewing, *Chrysoperla carnea* (Steph.) (Neuroptera: Chrysopidae). *Hilgardia*, Berkeley, 53(6):1-31, Oct. 1985.

LATHER, Rajesh et al. Effect of Pesticides on Crop, Soil Microbial Flora and Determination of Pesticide Residue in Agricultural Produce: A Review. **International Journal of Environment and Climate Change**, v. 12, n. 12, p. 38-56, 2022.

LUNA, René Fernando. **Suscetibilidade e resposta comportamental de *Chrysoperla externa* (HAGEN) (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) à Lambda-cialotrina**. Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola. Universidade Federal Rural de Pernambuco. RECIFE - PE, 2017.

MARTINS DE ARAUJO, Márcio; SANHUEZA SALAS, Fernando Javier; ARTHUR, Valter. Marcação de insetos para estudos biológicos. **Revista de la Facultad de Agronomia**, v. 121, 2022.

MÜLLER, Caroline. Impacts of sublethal insecticide exposure on insects—Facts and knowledge gaps. **Basic and Applied Ecology**, v. 30, p. 1-10, 2018.

NORDLUND, Donald A.; MORRISON, R. K. Mass rearing of *Chrysoperla* species. **Advances in insect rearing for research and pest management**, p. 427-439, 2021.

PEREIRA, Aime Giovanna. **Efeitos subletais e transgeracionais do Sulfoxaflor sobre o inseto não-alvo *Ceraeochrysa claveri* (Neuroptera: Chrysopidae)**. Programa de Pós-graduação em Biologia Geral e Aplicada. Instituto de Biociência de Botucatu. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Botucatu, 2022.

RECH, C. et al. Monocrotaline presence in the Crotalaria (Fabaceae) plant genus and its influence on arthropods in agroecosystems. **Brazilian Journal of Biology**, v. 84, 2022.

SANTOS, Carlos Diego Ribeiro et al. *Aphidius platensis* Brèthes (Braconidae: Hymenoptera)-revisão da identificação e estabelecimento em afídeos de trigo. In: **Embrapa Trigo-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: Mostra de Iniciação Científica 14. Mostra de Pós-graduação Embrapa Trigo 11., 2019, Passo Fundo. Resumos. Brasília, DF: Embrapa, 2019. Resumos pós-graduação, p. 52., 2019.

SOSA-GÓMEZ, Daniel R. et al. Prevalence, damage, management and insecticide resistance of stink bug populations (Hemiptera: Pentatomidae) in commodity crops. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 22, n. 2, p. 99-118, 2020.

TORRES, Gisele Abigail Montan et al. Blast disease and wheat production in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 57, p. 21.2022.

CAPÍTULO 2

DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DO ARROIO CAROLINA (SANTANA DO LIVRAMENTO/RS) CONSIDERANDO PARÂMETROS AGROQUÍMICOS E LIMNOLÓGICOS

Wellerson Mora Vargas

Fabiana Schumacher Fermino

Doi: 10.48209/978-65-5417-111-1

Introdução

Recurso natural indispensável à vida, ao desenvolvimento e ao bem-estar social, a água é essencial para a sobrevivência de todas as espécies e exerce influência direta na qualidade de vida dos agrupamentos humanos que dela dependem. Sem água de boa qualidade, os suprimentos para a população ficam comprometidos impossibilitando o crescimento econômico equilibrado (TUNDISI, 2021). Para Menezes et. al. (2016) as atividades antropogênicas relacionadas principalmente com a urbanização são responsáveis pela contaminação

dos ecossistemas aquáticos e tem se tornado uma das grandes preocupações ecológicas dos últimos anos.

O impacto da atividade humana sobre um território pode ser facilmente avaliado através do diagnóstico da qualidade das águas superficiais. O conjunto de atividades antrópicas desenvolvidas ao longo da bacia hidrográfica, ocasiona de forma abrangente a poluição dos mananciais superficiais, intensificando a deterioração dos suprimentos de água, principalmente, por contaminações por efluentes industriais, esgotos domésticos, disposição inadequada de resíduos sólidos, uso indiscriminado de agrotóxicos e utilização excessiva de fertilizantes (TUNDISI, 2021). Tais atividades antrópicas podem ser ocasionadas pelo crescimento urbano, pelo aumento de despejos de efluentes domésticos e industriais nos mananciais hídricos sem nenhum tratamento prévio, pela lixiviação dos solos ocasionados pelas águas das chuvas, que influenciam a saúde ambiental do sistema, da bacia hidrográfica. Podem acarretar no processo de eutrofização que consiste no enriquecimento de nutrientes de rios, lagos, arroios e reservatórios, sobretudo no conjunto de nitrogenados e fosfatados e de coliformes, influenciando nos teores de oxigênio dissolvido na água. A contaminação em água refere-se à falta de rede de esgoto, da manutenção inadequada da rede e reservatórios, do uso indiscriminado de agrotóxicos e aterros sanitários inadequados, todos capazes de contaminar os lençóis freáticos e os corpos aquáticos em suas imediações.

Na avaliação da qualidade de um corpo aquático podem ser utilizados vários parâmetros físico-químicos, como, por exemplo, oxigênio dissolvido, turbidez e análise de variações biológicas, envolvidas no levantamento da presença de bactérias pertencentes ao grupo de coliformes termotolerantes (ESTEVES et al., 2019). A utilização de bactérias do grupo coliformes é extremamente

relevante para averiguar as condições sanitárias da água, em virtude do número elevado na flora intestinal de seres humanos e de animais de sangue quente, e de serem responsáveis por doenças de veiculação hídrica (ALVES et al., 2012).

No Rio Grande do Sul inúmeras são as microbacias hidrográficas (MBHs) de cabeceira que possuem uma atividade agrícola intensa. O uso indiscriminado de insumos fertisanitários e o manejo do solo fora de sua aptidão agrícola, aliado à falta de consciência da população na proteção do solo e das vertentes, aumentam a probabilidade de poluição ambiental (RHEINHEIMER et al., 2003). Em especial, cerca de 20% das quantidades dos agrotóxicos usados como tratamento profilático de plantas, podem alcançar as águas superficiais. Esta alíquota só não é superior porque existem alguns processos que atuam na imobilização de moléculas de agrotóxicos, diminuindo a quantidade de poluente. À exceção do processo de evaporação de moléculas de agrotóxicos, que é controlado pelas condições ambientais, a adsorção de moléculas pelas cargas dos constituintes de solo pode abreviar, de forma significativa, a transferência de agrotóxicos, como também de elementos traços metálicos e, por consequência, diminuir o risco de poluição das águas sub-superficiais (KASTENHOLZ et al., 2001). De todos os fenômenos poluidores da água, salienta-se que, os agrotóxicos ocupam uma posição de destaque entre as muitas substâncias químicas introduzidas e utilizadas pelo homem, devido à capacidade de permanecerem no ambiente por longos períodos, de ocasionarem impactos nocivos aos diversos ecossistemas e prejuízos à saúde (DELLAMATRICE; MONTEIRO, 2014).

Existem atualmente 366 ingredientes ativos registrados no Brasil para uso agrícola, pertencentes a mais de 200 grupos químicos diferentes, que dão origem a 1.458 produtos formulados para venda no mercado. São in-

seticidas, fungicidas, herbicidas, nematicidas, acaricidas, rodenticidas, moluscidas, formicidas, reguladores e inibidores de crescimento. Os herbicidas sozinhos representam 48% deste mercado, seguidos pelos inseticidas (25%) e pelos fungicidas (22%) (PELAEZ et al., 2009). A utilização de agrotóxicos é a 2ª maior causa de contaminação dos rios no Brasil, perdendo apenas para o esgoto doméstico, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Considerando que a agricultura é o setor que mais consome água doce no Brasil, cerca de 70%, segundo o Fundo das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), pode-se dizer que além de sérios problemas para a saúde, os agrotóxicos também se transformaram em um grave problema ambiental no país. Ao longo dos anos, o Brasil se consolidou como um dos maiores consumidores de agrotóxicos no mundo. Dados de 2013 colocam o país como o maior consumidor mundial em valores absolutos e o sétimo se for considerada a utilização de agrotóxicos por área cultivada. Apenas em 2019, mais 479 produtos agrotóxicos passaram a ser comercializados no país, a maior liberação em 14 anos (LIGNANII, BRANDÃO, 2022).

Diante do exposto, esse trabalho de conclusão de curso teve como objetivo principal diagnosticar a qualidade das águas do arroio Carolina no município de Santana do Livramento (RS) considerando parâmetros agroquímicos microbiológicos e limnológicos. Tem-se como hipóteses: O arroio Carolina tem a ocorrência de coliformes, de nutrientes e de contaminantes agroquímicos, uma vez que pode ter esgotos clandestinos que deságuam ao longo do arroio, assim como culturas agrônômicas em seu entorno que utilizam de diferentes compostos agroquímicos, tendo práticas produtivas não sustentáveis; além disto, coliformes podem estar acima dos limites estabelecidos pela legislação vigente.

Desenvolvimento

Material e Métodos

No dia 05 de maio de 2022 coletou-se amostras de água bruta no arroio Carolina, município de Santana do Livramento, estado do Rio Grande do Sul. A cidade de Santana do Livramento, onde se situa o arroio Carolina, localiza-se a uma Latitude 30°53'27" sul e a uma Longitude 55°31'58" oeste, estando a uma altitude de 208 metros, a uma distância de 500 km da capital Porto Alegre. Possui uma área de 6.950,37 km². Faz parte da Região da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul e constitui com a cidade vizinha Rivera, no Uruguai, uma conurbação binacional, denominada Fronteira da Paz, que soma cerca de 140.000 habitantes.

Foram realizadas coletas em dois pontos: ponto 1 - dentro do perímetro urbano da cidade – Praça Artigas); e ponto 2 - nas imediações do Bairro do Armour, início do perímetro rural) (Figuras 1 e 2). Foram escolhidos estes pontos em razão de representarem perímetro urbano e rural e serem acessíveis às coletas de amostras de água de forma manual. As águas correm do ponto 1 para o ponto 2. O Arroio Carolina pertence a Região Hidrográfica do Uruguai e Bacia Hidrográfica de Santa Maria.

Todas as coletas foram realizadas 20 cm abaixo da linha d'água, que é o procedimento padrão. As coletas nos dois pontos foram realizadas em condições de clima seco, tendo sido evitado a realização de coletas em dias próximos a chuvas. Para análises de contaminantes agroquímicos da água, foram coletadas amostras de água bruta do Arroio Carolina e estocadas em frascos resistentes, de vidro borossilicato, que sejam quimicamente inertes e propiciem uma perfeita vedação, de acordo com a NBR 9898 (ABNT, 1987). Os frascos de coleta possuíam capacidade para conter 1000 mL de água e foram coletadas 500 ml de água bruta do arroio. Imediatamente após a coleta foram transporta-

das para seu exame no Laboratório de Análise de Pesticidas (LARP) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Para coleta e análise especificamente do Glifosato, os frascos utilizados foram de plásticos inertes próprios, com capacidade de 500 ml.

Figura 1 – Ponto 1 de coleta, perímetro urbano.



Fonte: os autores.

Figura 2 – Ponto 2 de coleta, início do perímetro rural.



Fonte: os autores.

Tomou-se cuidado para que as amostras fossem transportadas no tempo necessário para que sua análise ocorresse dentro do prazo de validade da preservação, garantindo sua integridade (até cinco horas). Durante o transporte os frascos de amostras foram acomodados na caixa de tal modo que fiquem firmes durante a viagem e colocados cubos de gelo para que a temperatura ficasse entre 3° e 5° C. No laboratório foi realizada a extração e análise das amostras, sendo rastreados micropoluentes, os quais constituem herbicidas, fungicidas e inseticidas utilizados com frequência nas principais culturas do RS. A determinação dos agrotóxicos foi efetuada por cromatografia a líquido de ultra alta eficiência acoplada à espectrometria de massas em série (UHPLCMS/ MS) segundo método descrito por Donato et al. (2015) e Martins e colaboradores (2014) para amostras de água, sendo rastreados 53 princípios ativos (2,4D, ametrina, atrazina, azoxistrobina, carbaril, carbofurano, clomazona, cresoxim-metilico, diurom, epoxiconazol, etoxisulfurom, fenamidona, fipronil, flutolanil, imazapique, imazaquim, imazetapir, linurom, metalaxil, metconazol, metsulfurom-metilico, monolinuron, nicosulfurom, penoxsulam, piraclostrobina, pirimifós-metilico, propanil, propiconazol, propoxur, saflufenacil, simazina, sulfometurom-metilico, tebuconazol, terbutilazina, tetraconazol, tiobencarbe, tolclófós-metilico, tricloclazol, carbendazim, cianazina, clorimurom-etilico, fentiona, pirazosulfurom-etilico, carbofurano-3-hidroxido, clorprofam, dimetoato, imazamoxi, imazapir, imidacloprido, molinato, quincloraque, tiabendazol, fluroxipir, tiametoxam).

Para análises de nutrientes da água (Fósforo Total, Nitrogênio Total), análise microbiológica (Coliforme Termotolerantes, Coliformes Totais e *Escherichia coli*) e Oxigênio Dissolvido (OD), foram coletadas amostras de água em frascos específicos e fixados (SILVA et al., 2018). Imediatamente após as coletas os frascos foram encaminhados ao Laboratório Dr. Pio, à Rua Treze

de maio, 430 - Centro - Santana do Livramento/RS, onde foram realizadas as análises. Na Tabela 1 estão listados os métodos laboratoriais utilizados para as análises:

Tabela 1. Método laboratorial utilizado nas análises de nutrientes e de coliformes.

Parâmetro analisado	Método utilizado
NT- Nitrogênio Total	EPA 350.2
PT - Fósforo Total	NBR 12772/1992
Coliformes Totais	INT. 105, Rev.2
<i>Escherichia coli</i>	INT. 105, Rev.2
Coliformes Termotolerantes	INT. 105, Rev.2
Microrganismos Mesófilos Heterotróficos	INT. 104, Rev. 2
Oxigênio Dissolvido	Standart Methods 4500

Org.: Os Autores.

Resultados e Discussão

As águas do arroio Carolina classificam-se como águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰, e ambiente lótico, ou seja, ambiente relativo a águas continentais moventes (CONAMA nº 357/05). Também de acordo com o CONAMA nº 357/05 enquadram-se entre as classificações 3 e 4. A seguir a análise de cada parâmetro em separado e sua classificação considerando-o isoladamente.

Parâmetros limnológicos da água

As concentrações de OD encontradas nas análises do arroio Carolina nos pontos P1 e P2 foram de 9,5 mg/L de O₂ e 8,9mg/L de O₂, de acordo com o método utilizado (Tabela 2). A solubilidade do oxigênio em água aumenta com a diminuição da temperatura. Portanto, as águas frias retêm mais oxigênio que as águas mais quentes. Assim como águas lóticis (águas correntes) pelo movimento de suas águas oxigenam mais do que águas lênticas (águas paradas). Considerando a legislação vigente para o parâmetro OD, e com os valores encontrados nos pontos 1 e 2 de coleta (9,5 mg/L de O₂ e 8,9 mg/L de O₂, respectivamente), as águas do arroio Carolina classificam-se como de Classe 1, onde este valor não pode ser inferior a 6 mg/L O₂; (Artigo 14º, Resolução CONAMA nº 357/05). No entanto, a presença de demais condições de qualidade da água não se enquadraram nesta classificação, como, por exemplo: materiais flutuantes presentes, odor, resíduos sólidos, etc. Importante lembrar que os padrões de qualidade das águas determinados nesta Resolução estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe.

As concentrações de Fósforo Total (PT) nas águas do arroio Carolina foram bastante altas, 0,6 mg.L-P no ponto 1 e 0,3 mg.L-P no ponto 2 (Tabela 2), superando o limite estabelecido pela Resolução nº 357/05 do CONAMA para águas de Classe 2, 3 ou 4. Desta forma o arroio Carolina está inserido na classe 4, a mais alta pela classificação CONAMA nº 357/05 em termos de águas impactadas. Notadamente, demais características observadas no arroio conferem com a legislação e seu enquadramento, como: OD, superior a 2,0 mg/L O₂ em qualquer amostra, materiais flutuantes e odor.

No presente trabalho, teve-se no arroio Carolina, valores de Nitrogênio Total (NT) que oscilaram entre 3,4 mg.L-P no ponto 1 e 3,5 mg.L-P no ponto 2

(Tabela 2). Esses resultados, apresentam valores superiores dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05, classificando as águas do arroio Carolina entre as Classes 3 e 4. O nitrogênio pode se apresentar no ambiente aquático na forma inorgânica como íon amônio (NH_4^+), nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), amônia (NH_3), óxido nitroso (N_2O) e nitrogênio molecular (N_2), e na forma orgânica (aminoácidos, bactérias, fitoplâncton, zooplâncton etc.), dos quais, as suas principais fontes são as chuvas e o aporte de efluentes domésticos e industriais sem tratamento ou parcialmente tratados. Deste modo, o nitrogênio é considerado um nutriente de relevância para a eclosão de processos de eutrofização (ESTEVEZ et al., 2019).

Quanto aos coliformes, as análises realizadas constataram a presença de *Escherichia coli* e de Coliformes Totais nos dois pontos amostrados (presença/ausência). Também os valores de coliformes termotolerantes (Microrganismos mesófilos heterotróficos) foram de $2,6 \times 10^4$ UFC/mL e $4,0 \times 10^4$ UFC/mL, nos pontos 1 e 2, respectivamente (Tabela 2). Esses resultados, apresentam valores superiores dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05, classificando as águas do arroio Carolina entre as Classes 3 e 4. Importante destacar que a presença da bactéria *Escherichia coli* nas águas do arroio Carolina é um indício que outros agentes patogênicos podem estar presentes também, e só não é de conhecimento porque não foram ainda investigados.

“Coliformes termotolerantes são bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, caracterizadas pela atividade da enzima -galactosidase, que podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44 – 45°C, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal (CONAMA, 2005). *Escherichia coli*: bactéria pertencente à Fa-

mília Enterobacteriaceae caracterizada pela atividade da enzima - glicuronidase. Produz indol a partir do aminoácido triptofano. É a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas (CONAMA, 2005).

Tabela 2: Resultados das análises dos parâmetros limnológicos e de microrganismos

	PONTO 1	PONTO 2
Nitrogênio Total	3,4 mg/L N	3,5 mg/L N
Fósforo Total	0,6 mg/L P	0,3 mg/L P
Coliformes Totais	presença	presença
<i>Escherichia coli</i>	presença	presença
Microrganismos Mesófilos Heterotróficos	2,6x10 ⁴ UFC/mL	4,0x10 ⁴ UFC/mL
OD	9,5 mg/L O ₂	8,9 mg/L O ₂

Contagem de Microrganismos Mesófilos Heterotróficos (todas as bactérias heterotróficas dentro desta faixa de temperatura – 10 e 45 °C). UFC: unidade formadora de colônia.

Org.: Os Autores.

Parâmetros agroquímicos da água

Denominados como pesticidas nos países de língua inglesa, os agrotóxicos têm sua definição estabelecida no Brasil pela Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989 como os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, bem como as substâncias utilizadas como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento. Desde 2008, o Brasil lidera o *ranking* como consumidor mundial de agrotóxicos, sendo que na

safr de 2010/2011 foram consumidas 936 mil toneladas, destacando-se os herbicidas com 45% do volume consumido, seguidos pelos fungicidas (14%) e inseticidas (12%) (RIGOTTO; VASCONCELOS; ROCHA, 2014). Embora muitos compostos tóxicos não sejam mais produzidos ou aplicados no ambiente, a interação contínua entre a água, o sedimento e a biota pode ser uma representativa fonte de poluição dos recursos hídricos devido a característica de persistência de determinados contaminantes (SANTOS et al., 2013). As Tabelas 3 e 4 apresentam todos os compostos analisados e aqueles que foram identificados pelo método, respectivamente.

Tabela 3: Compostos analisados e seus limites de detecção e de quantificação pelo método utilizado pelo LARP (Laboratório de Análises de Resíduos de Pesticidas - UFSM). Método utilizado: determinação de resíduos de pesticidas empregando Extração em Fase Sólida (SPE) e LC-MS/MS

Compostos Analisados	LOD µg.L-1	LOQ µg.L-1
2,4D, ametrina, atrazina, azoxistrobina, carbaril, carbofurano, clomazona, cresoxim-metilico, diurom, epoxiconazol, etoxisulfurom, fenamidona, fipronil, flutolanil, imazapique, imazaquim, imazetapir, linurom, metalaxil, metconazol, metsulfurom-metilico, monolinuron, nicosulfurom, penoxsulam, piraclostrobina, pirimifós-metilico, propanil, propiconazol, propoxur, saflufenacil, simazina, sulfometurom-metilico, tebuconazol, terbutilazina, tetraconazol, tiobencarbe, tolclofós-metilico, triciclazol	0,006	0,020

Carbedanzim, cianazina, clorimur-etilico, fentiona, pirazosulfurom-etilico	0,012	0,040
Carbofurano-3-hidróxido, clorprofam, dimetoato, imazamoxi, imazapir, imidacloprido, molinato, quincloraque, tiabendazol	0,024	0,080
Fluroxipir, tiametoxam	0,060	0,200
Glifosato	1,20	4,00
AMPA	6,00	20,00

LOD: limite de detecção do método; LOQ: limite de quantificação do método.

Org.: Os Autores.

O termo LOD significa Limite de Detecção, também às vezes chamado de Limite Inferior de Detecção. Este é o menor valor que pode ser distinguido da ausência de uma determinada substância (ponto zero) com um nível de confiança declarado. Normalmente, o nível de confiança para LOD é de 99%. O termo LOQ significa Limite de Quantificação. Indica a menor concentração de analito na amostra de teste que pode ser determinada com reprodutibilidade e precisão aceitáveis. Em outras palavras, é a concentração na qual todo o sistema analítico produz um sinal reconhecível e um ponto de calibração aceitável. A principal diferença entre LOD e LOQ é que LOD é a concentração mais baixa de analito na amostra de teste que pode ser facilmente distinguida de zero, enquanto LOQ é a concentração mais baixa de analito na amostra de controle que é determinada com repetibilidade e precisão razoáveis.

Tabela 4: Compostos identificados e/ou quantificados pelo LARP segundo o método utilizado.

Compostos identificados e /ou quantificados	Ponto 1	Ponto 2
	µg.L-1	µg.L-1
2,4 D	0,023	0,031
Atrazina	n.d.	< LOQ
Carbedazim	0,040	0,067
Clomazona	< LOQ	0,085
Diuron	< LOQ	< LOQ
Fipronil	< LOQ	n.d.
Propoxur	< LOQ	n.d.
Terbutilazina	0,030	0,029

Os compostos analisados que não constam nesta tabela não foram detectados < LOD

< **LOQ** = Menor que o LOQ - O composto está presente na amostra em nível de concentração que não pode ser quantificado pelo método utilizado.

Org.: Os Autores.

A contaminação nos mananciais de águas no Brasil neste século XXI é o resultado do crescimento do uso de agrotóxicos nas lavouras em seus entornos. Mas a realidade é que existem poucas informações sobre a contaminação das águas por agrotóxicos. As análises de água são realizadas para detectar os níveis de contaminação por coliformes fecais totais. A análise da presença

da contaminação por produtos químicos, nos quais se incluem os agrotóxicos, deve ser realizada especificamente para cada princípio ativo, sendo bem mais custosa (COLETTI, 2022). O Ministério Público de Santa Catarina realizou uma pesquisa no ano de 2018 sobre a qualidade da água de abastecimento público de 90 cidades. Foram encontrados resultados positivos para a presença de elementos químicos de agrotóxicos em 22 amostras, sendo que em 13 delas havia a presença de mais de um tipo de agrotóxico. Entre os elementos químicos, seis deles são de produtos sem permissão para a comercialização na Comunidade Econômica Europeia. Além disso, constatou-se a presença de três agrotóxicos banidos na Europa desde 2004, pelos seus efeitos danosos sobre a saúde humana, na amostra analisada do Município de Coronel Freitas, sendo dois deles atrazina e simazina (COLETTI, 2022). Portanto, estas mudanças na utilização e ocupação do espaço rural têm impacto diferenciado sobre os mananciais de águas e na sua qualidade. Estudos brasileiros têm demonstrado a contaminação ambiental de agrotóxicos, mesmo em regiões distantes dos locais de pulverização (PIGNATI et al., 2018). No rio Samambaia, por exemplo, divisa do estado do Distrito Federal com Goiás, estudos recentes demonstraram a presença de vários herbicidas, entre eles a atrazina e o glifosato (CORREIA et al., 2021). No presente trabalho atrazina fez-se presente no ponto 2 de coleta. Segundo Prosen, 2012, a atrazina tem alta mobilidade no ambiente aquático, e isto tem provocado preocupações por potenciais efeitos ecossistêmicos. Os efeitos da atrazina em humanos ainda não são descritos de forma convincente, mas o potencial carcinogênico da atrazina está aparentemente descartado. O amplo uso da atrazina e investigações com resultados contraditórios reforçam a necessidade de pesquisas contínuas sobre sua dinâmica e potenciais efeitos ambientais, visto que de tais investigações depende o uso consciente e mesmo a continuação da utilização deste herbicida na prática agrícola. Assim como o

herbicida Diuron (outro composto identificado neste trabalho), que tem como características alta persistência e podendo ser encontrado em muitos ambientes, sendo um deles a água. Também não é biodegradável e é bioacumulador (WANG et al., 2013). O Fipronil é amplamente utilizado em culturas de algodão, arroz e milho, bem como em manejo de gramíneas e controle residencial de pragas nos últimos 20 anos. Embora os benefícios tenham sido derivados de o uso de fipronil, pode representar um risco para o meio aquático (QIAN et al., 2017). O fipronil e seus derivados estão sendo cada vez mais detectados em ecossistemas aquáticos como resultado do uso generalizado. A degradação do fipronil resulta na formação de metabólitos desulfinil, sulfato de fipronil e sulfonato de fipronil por via abiótica e processos bióticos no meio aquático (DORAN et al., 2009). Independente da região brasileira e da cultura agrônômica que se pratica, as áreas rurais, seja pela extensão – onde encontram-se a maioria das nascentes e mananciais de água –, seja pela utilização das águas na produção agropecuária, são centrais para a preservação e suprimento da água e de todos os serviços dela advindos. É emergente este tema, de sustentabilidade dos ambientes aquáticos, principalmente nos entornos das culturas, e dos usos sustentáveis do solo, que deve ser incluído em pautas de políticas públicas no nosso país.

Conclusão

As águas do arroio Carolina demonstraram impacto ao longo de seu percurso, através da análise de resíduos de pesticidas, indicando um modo de uso de solo em seu entorno em que se utilizam diferentes agroquímicos de forma não controlada. Este impacto ocorre tanto na região urbana como na região rural do município de Santana do Livramento. Ainda há forte possibilidade de haver outros resíduos de pesticidas nas águas do arroio, que, devido ao limite de detecção do método utilizado, não foi constatado.

As águas do arroio Carolina apresentaram altos índices de coliformes em geral e nutrientes (fósforo e nitrogênio), indicando o recebimento ao longo de seu percurso de esgoto doméstico não tratável.

Esta pesquisa investigatória é pioneira no arroio, e sugere-se monitoramento de suas águas por parte do Poder Público, assim como estudos de usos do solo no entorno, uma vez que a cidade de Santana do Livramento é eminentemente um município agrícola.

Referências

ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS, Leopoldina Nationale Akademie der Wissenschaften (Germany). How do we want to live tomorrow? Perspectives for water management in urban regions. Science Policy Report, 24pp. 2017.

BRASIL. Resolução 357/2005, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Brasília: DOU, 2005.

ALVES, I.C.C.; RODRINI, M.; SANTOS, M.L.S.; MONTEIRO, S.M.; BARBOSA, L.P.F.; GUIMARÃES, J.T.F. Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil). Acta Amazônica, 42(1): 115–124. 2012.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Humano e Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 20 de 10 de junho de 1986. Brasília: DOU, 1986.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Regulamentada pelo Decreto nº 4.074/202. Art. 2º. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 2016.

COLETTI, T. Ninguém diga “desta água não beberei”: produção agropecuária e contaminação hídrica no Oeste Catarinense, Brasil. *Cad. Saúde Pública*, 38(4). 2022.

CORREIA, N.M., CARBONARI, C.A., VELINI, E.D. Detection of herbicides in water bodies of the Samambaia River sub-basin in the Federal District and eastern Goiás. *J. environ. sci. health, Part B, Pestic. food contam. agric. Wastes*, 55(6):574-582. 2021.

DELLAMATRICE, P. M.; MONTEIRO, R. T. R. Principais aspectos da poluição de rios brasileiros por pesticidas. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v. 18, n. 12, p. 1296-1301, 2014.

DONATO, F. F.; MARTINS, M. L.; MUNARETTO, J. S.; PRESTES, O. D.; ADAIME, M. B.; ZANELLA, R. Development of a Multiresidue Method for Pesticide Analysis in Drinking Water by Solid Phase Extraction and Determination by Gas and Liquid Chromatography with Triple Quadrupole Tandem Mass Spectrometry. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 26, n. 10, p. 2.077-2.087, 2015.

DORAN, G. EBERBACH, P. HELLIWELL, S. Sorption and Degradation of Fipronil in Flooded Anaerobic Rice Soils. *J. Agric. Food Chem.* 57, 10296–10301, 2009.

ESTEVEZ, C.S.; GARCIA, C.A.B.; SILVA, M.G.; OLIVEIRA, J.A.; GARCIA, H.L.; COSTA, S.S.L. Uso de índices multiparamétricos para avaliação física, química e biológica da água. *Brazilian Journal of Development*. Curitiba, v. 5, n. 11, p. 26404-26416, nov. 2019.

KASTENHOLZ, U.; KUBINIOK, J.; KUNKEL, R. Modèle de répartition géoécologique du Cesium137 à la suite de l'accident du réacteur nucléaire de Tchernobyl: contribution à la protection des sols en Sarre. *Étude et Gestion des Sols*, Ardon, v.8, n.3, p.189-202, 2001.

LIGNANI, L.B.; BRANDÃO, J.L.G. A ditadura dos agrotóxicos: o Programa Nacional de Defensivos Agrícolas e as mudanças na produção e no consumo de pesticidas no Brasil, 1975-1985. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, Rio de Janeiro. v.29, n.2, p.337-359. 2022.

MARTINS, G. L.; FRIGGI, C. A.; PRESTES, O. D.; VICARI, M. C.; FRIGGI, D. A.; ADAIME, M. B.; ZANELLA, R. Simultaneous LC–MS/MS determination of imidazolinone herbicides together with other multiclass pesticide residues in soil. *Clean – Soil, Air, Water*, v. 42, n. 10, p. 1.441–1.449, 2014.

MENEZES, J. P. C.; BITTENCOURT, R. P.; FARIAS, M. S.; BELLO, I. P.; FIA, R.; OLIVEIRA, L. F. C. Relação entre padrões de uso e ocupação do solo e qualidade da água em uma bacia hidrográfica urbana. *Engenharia Sanitária Ambiental*, v.21, n.3. 2016.

PELAEZ, V.; TERRA, F.H.B; SILVA, L.R. A regulamentação dos agrotóxicos no Brasil: entre o poder de mercado e a defesa da saúde e do meio ambiente. Artigo apresentado no XIV Encontro Nacional de Economia Política / Sociedade Brasileira de Economia Política - São Paulo/SP. 22 p. 2009.

PIGNATI, M.T., SOUZA, L.C., MENDES, R.A., et al. Levels of Organochlorine Pesticides in Amazon Turtle (*Podocnemis unifilis*) in the Xingu River, Brazil. *J. environ. sci. health, Part B, Pestic. food contam. agric. wastes*. 53(12):810-816. 2018.

PROSEN, H. Fate and determination of triazine herbicides in soil (Cap. 3). *In*: HASANEEN, M. N. A. E. (Ed.). *Herbicides – Properties, Synthesis and Control of Weeds*. Rijeka: Intech, p. 43-58. 2012.

QIAN , Y., WANG,C., WANG, J., ZHANG. X., ZHOU, Z., ZHAO. M., LU, C. Fipronilinduced enantioselective developmental toxicity to zebrafish embryo-larvae involves changes in DNA methylation. *Scientific Reports*, 2017.

RHEINHEIMER, D.S.; GONÇALVEZ, C.S.; PELLEGRINI, J.B.R. Impacto das atividades agropecuárias na qualidade da água. *Ciência & Ambiente*, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 85-96. 2003.

RIGOTTO, R. M.; VASCONCELOS, D. P.; ROCHA, M. M. Uso de agrotóxicos no Brasil e problemas para a saúde pública. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 30, n.7, p. 1-3. 2014.

SANTOS, D. R.; SILVA, L. S.; KAMINSKI, J.; CERETTA, C. A.; SANTOS, M. A. S. Poluentes orgânicos e inorgânicos. *In*: POLETO, C.; MERTEN, G. H. (Org.) *Qualidade dos Sedimentos*: Porto Alegre: ABRH, 397 p. 2013.

SILVA, N.; LOPES, J. O.; BRITO, J. D. M.; SANTOS, S. K.; TAKIYAMA, L. R.; MONTAGNER, A. E. A. D.; OLIVEIRA, E. D. C.. Diagnóstico da qualidade da água em áreas utilizadas pela Bubalinocultura no Baixo Araguari, Amapá, Brasil. *Biota Amazônica*, Macapá, v.8, n.1, p.22-28, 2018.

TUNDISI, J. G. O Planeta Terra está Morrendo. Editora Scienza - Instituto Internacional de Ecologia. São Carlos, 2021.

WANG, Q.; XIE, S.; HU, R. Bioaugmentation with *Arthrobacter* sp. strain DAT1 for remediation of heavily atrazine-contaminated soil. *International Biodegradation & Biodegradation*, 77, 63-67, 2013.

CAPÍTULO 3

AGRICULTURA URBANA: CULTIVO DE ALFACE (*LACTUCA SATIVA*) EM SISTEMA HORIZONTAL E VERTICAL

Simone Braga Terra

Carolini Castelnobles da Silveira

Doi: 10.48209/978-65-5417-111-2

Introdução

A agricultura urbana (AU) não é um fenômeno novo nas cidades e ocorre desde os primórdios da formação dos centros urbanos (MENDES, 2012), estando presente até hoje nas práticas cotidianas de parte da sociedade, mesmo sendo ignorada pela maioria dos habitantes dos municípios e por estar ainda distante dos estudos acadêmicos relacionados ao cultivo de hortaliças em pequenos espaços domésticos.

Somente após a Conferência Habitat II, na qual a ONU começou a alertar a sociedade para os elevados índices de urbanização e sua relação direta com os níveis de pobreza e insegurança alimentar (NOLASCO, 2009), pesquisas sobre a prática da agricultura urbana começaram a ser desenvolvidas e o tema ganhou

maior importância nas discussões sobre o planejamento de cidades mais sustentáveis.

A agricultura urbana surge como elemento indispensável no planejamento municipal, baseada na multifuncionalidade dos espaços, na segurança e soberania alimentar e na conservação e preservação dos recursos naturais e dos ecossistemas urbanos.

Além disso, o consumidor tem demonstrado preocupação em relação ao alimento que está sendo consumido, desenvolvendo a consciência de que o uso de produtos químicos nos cultivos não só prejudica a saúde como também degrada o meio ambiente.

A agricultura urbana apresenta uma nova ideia de áreas verdes, sendo um “verde produtivo”, além de estético e recreativo, otimizando o uso do território com importantes consequências na redução do risco de degradação ambiental (ATTIANI, 2011), propiciando também uma melhora na regulação climática.

O plantio de hortas urbanas em pequenos espaços é uma alternativa para pessoas que não possuem em suas casas ou apartamentos espaço suficientes para o preparo de uma horta em canteiros, que é o método tradicional. Esses espaços podem ser os corredores externos das casas, sacadas e beirais de apartamentos, varandas, janelas, terraços, garagens e fundos de quintal (CLEMEN-TE; HABER, 2012).

Em algumas experiências com agricultura urbana (HALDER et al., 2018), a espécie olerícola alface foi uma das mais testadas, possivelmente pela facilidade de cultivo, ciclo produtivo curto e técnicas agrônômicas amplamente dominadas.

A alface é uma hortaliça folhosa que presta-se muito ao cultivo em diversos sistemas produtivos, tanto em canteiros no solo na produção convencional (ECHER, 2011), quanto na agricultura orgânica (OLIVEIRA, 2007),

hidropônica (GUADALBERTO, 2002), em canos de PVC ou em vasos com substratos (COSTA; JUNQUEIRA, 2010).

A alface é a hortaliça folhosa mais cultivada em todas as regiões brasileiras, sendo a principal salada crua consumida pela população, tanto pelo sabor e qualidade nutricional, quanto pelo reduzido preço praticado ao consumidor. A evolução de cultivares e sistemas de manejo, tratos culturais, irrigação, espaçamentos, técnicas de colheita e de conservação pós-colheita e mudanças nos hábitos de alimentação impulsionaram o cultivo e tornou a alface a hortaliça folhosa mais consumida no Brasil (COSTA; SALA, 2010).

Até o início da década de 80, o cultivo da alface no Brasil apresentava limitações climáticas, sendo restrito às regiões de clima ameno e próximas aos grandes centros urbanos, as quais possibilitavam o cultivo durante todo ano (BRANCO, 2001). Com o passar do tempo e com o avanço do melhoramento genético da alface, houve a possibilidade de adaptação da espécie ao clima tropical e subtropical para plantas resistentes a temperaturas mais elevadas, sem acarretar prejuízos ao crescimento e ao sabor (NAGAI, 2018). Por estes motivos, a alface é consumida em larga escala ao longo do ano pela população brasileira, que apresenta um consumo per capita de 3,6 kg ao ano (MEDEIROS et al., 2018).

Essa pesquisa teve como objetivo principal avaliar o crescimento da alface crespa cultivada em ambiente urbano, em sistema de cultivo vertical (canos de PVC) e em sistema de cultivo horizontal (vasos plásticos), por entender que a agricultura urbana está sendo cada vez mais considerada como parte integral da gestão municipal, interagindo com os aspectos sociais, econômicos e ecológicos dos ecossistemas urbanos, o que favorece a sustentabilidade de nossas cidades através de uma menor pressão nas áreas rurais, com produção de alimentos em pequenos espaços domésticos, além de geração de empregos e construção de áreas verdes.

Desenvolvimento

O experimento foi executado na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (Uergs), no campus central, na cidade de Santana do Livramento, RS, no período de abril a agosto de 2020.

A classificação climática de Santana do Livramento é do tipo Cfa, segundo Köppen e Geiger (1928), caracterizado por verão quente e temperado com temperatura média de 18,4 °C e pluviosidade média anual de 1.467 mm. O inverno de 2019 pode ser considerado frio, com temperaturas mínimas de 6,3 °C e máximas de 24,7°C, com dias de temperatura abaixo de 7°C entre os meses de abril a agosto. A precipitação pluviométrica do período do experimento teve um acumulado de 628,2 mm (INMET, 2020).

A escolha da espécie vegetal folhosa alface crespa (*Lactuca sativa* L.) cultivar comercial Vera testada foi baseada na elevada demanda pela população brasileira, destacando-se, de acordo com Santana et al. (2006), como a principal hortaliça folhosa consumida, tanto pelo sabor e qualidade nutricional, quanto pelo reduzido preço para o consumidor.

A alface foi cultivada em bandejas de poliestireno expandido contendo 200 células, preenchida com substrato comercial marca MecPlant®. Quando as mudas apresentaram quatro folhas definitivas e 6 cm de altura, foram transplantadas das bandejas de poliestireno expandido para os tratamentos experimentais. Os locais definitivos de crescimento da alface após o transplante das mudas constituíram os tratamentos experimentais, sendo: tratamento 1) sistema de cultivo horizontal em vasos plásticos e tratamento 2) sistema de cultivo vertical em canos de PVC.

O experimento permaneceu durante todo o período em local aberto, sob influência das variáveis climáticas reinantes no período. Foi respeitada uma distância segura de 3 m entre os tratamentos testados.

O tratamento testando o sistema de cultivo horizontal foi composto por 30 vasos plásticos de cor verde claro, com capacidade para 430 ml, com 11 cm de diâmetro e 7 cm de altura, sendo posicionados sobre dois pallets de madeira, de forma a ficarem suspensos do chão. O espaçamento entre os vasos foi de 12,5 cm, medido a partir do centro de cada vaso (Figura 1).

Figura 1: Tratamento 1: sistema de cultivo horizontal em vasos plásticos



Fonte: DA SILVEIRA, C. C. (2020).

O tratamento testando o sistema de cultivo vertical foi composto por 6 canos de PVC de 100 mm de diâmetro (Figura 2), com 96 cm de comprimento, com covas confeccionadas com broca tipo “copo” espaçadas 12,5 cm de distância, medido a partir do centro de cada cova. O conjunto de seis canos de PVC contabilizou um total de 30 mudas de alface. Cada conjunto de canos de PVC

foi furado na parte inferior para a drenagem da água de irrigação e fixado a um pallet de madeira, sendo posteriormente fixado na parede em formato vertical.

Figura 2: Tratamento 2: sistema de cultivo vertical em canos de PVC.



Fonte: DA SILVEIRA, C. C. (2020).

O preenchimento dos canos de PVC e dos vasos plásticos foi realizado com substrato comercial marca MecPlant® previamente úmido, cuja composição era solo, esterco de aves curtido, bagaço de cana, casca de acácia e calcário.

Após o transplante das mudas de alface para cada sistema de cultivo testado, foi realizada a primeira irrigação manual com regador plástico, até a água drenar pelos furos inferiores dos vasos e dos canos de PVC.

Durante o experimento, foram instaladas armadilhas adesivas coloridas (azul e amarelo) como forma de monitoramento de possíveis insetos que viessem a atacar as plantas de alface.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com dois tratamentos e 30 repetições (plantas de alface). Os dados obtidos

foram submetidos à análise de variância (Anova) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As variáveis de crescimento medidas em média a cada 10 dias durante o experimento foram: altura de plantas (medida com régua milimetrada desde o colo até o ponto final de crescimento, em cm), número de folhas totais de alface (contagem direta de folhas maiores que 3 cm de comprimento) e diâmetro da planta (medida da distância entre as margens opostas do disco foliar). Também foi medido o peso da matéria fresca da parte aérea (pesagem da biomassa da parte aérea, descartando o caule as raízes, com a utilização da balança de precisão), no Laboratório de Química da Uergs, unidade Santana do Livramento.

Após a pesagem da matéria seca da parte aérea, as plantas de alface foram acondicionadas em sacos de papel pardo e secas em estufa com circulação de ar forçado, a uma temperatura de 70°C, até que atingisse peso constante, o que normalmente ocorre após 48 horas, para a determinação do peso seco da parte aérea.

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 estão representados os resultados das variáveis agrônômicas de crescimento vegetal analisada na última medição do experimento (altura de plantas, número de folhas, diâmetro de planta, peso da matéria fresca e seca da parte aérea) nos tratamentos testados, sendo T1) sistema de cultivo horizontal em vasos e T2) sistema de cultivo vertical em canos de PVC.

Tabela 1: Variáveis agrônômicas de crescimento analisadas no experimento: altura de planta (cm), número de folhas, diâmetro de planta (cm), matéria fresca e seca da parte aérea (g).

Tratamentos	Altura planta (cm)	Número folhas	Diâmetro planta (cm)	Matéria fresca (g)	Matéria seca (g)
T1) Sistema de cultivo horizontal em vasos	5,03 b	5,95 b	7,05 b	2,02 b	0,27 b
T2) Sistema de cultivo vertical em canos de PVC	12,23 a	8,20 a	16,27 a	14,84 a	1,11 a

* Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).
Org. Os autores.

Podemos observar que houve diferença estatística significativa entre todas as variáveis analisadas, onde o tratamento com alface em cultivo vertical em canos de PVC (T2) apresentou as maiores médias de crescimento ao final do experimento, em comparação ao tratamento com alface em cultivo horizontal em vasos (T1).

O crescimento da alface foi influenciado pelo sistema produtivo, já que variável altura de plantas nos canos de PVC (T2) foi de 12,17 cm, apresentando quase o dobro de crescimento que o tratamento em vasos (T1), que teve média de 5,03 cm de altura.

Cornachini et al. (2011) ao trabalhar com o grupo de alface crespa em hidroponia utilizando canos de PVC de 2 polegadas de diâmetro com solução nutritiva obteve média de 20,77 cm de altura.

Os resultados obtidos nessa pesquisa para a alface em cultivo horizontal em vasos foram inferiores daqueles citados por Cavalheiro et al. (2015), que ao trabalhar com alface cultivada em vasos de 21 cm de altura e diâmetro, avaliando diferentes doses de adubação orgânica e mineral em ambiente protegido e aberto, obteve média final de 13,75 cm de altura para o tratamento em vasos e sem adubação (testemunha) no ambiente aberto.

Ressalta-se que, apesar de ambos os tratamentos T1 e T2 estarem no mesmo ambiente de cultivo, os vasos plásticos do cultivo horizontal apresentou-se mais vulnerável às intempéries climáticas reinantes no período do experimento (abril a agosto), ficando mais expostos à ocorrência de temperaturas mínimas e geadas que comprometeram o crescimento das alfaces (Tabela 2).

Tabela 2: Média de temperaturas mínimas, máximas (C°) e precipitação pluviométrica (mm) total dos meses de abril, maio, junho, julho e agosto em Santana do Livramento, 2020.

Temperatura mínima, máxima e precipitação pluviométrica					
Meses	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto
Média temperatura mínima (C°)	14,1	12,2	10,6	6,3	6,6
Média temperatura máxima (C°)	24,7	20,7	21,9	16,8	18,7
Precipitação total mensal (mm)	185,2	165	25	178	75,8

FONTE: INMET (2020).

O tratamento em canos de PVC no cultivo vertical (T2) possivelmente obteve uma vantagem a seu favor, que foi o acréscimo de calor proveniente da temperatura do ar, por estar localizado de forma suspensa em uma parede vertical, onde a radiação solar emitida durante o dia pode ter sido absorvida pela estrutura de alvenaria e reenviada aos canos de PVC na forma de onda longa no período noturno, potencializando o crescimento das plantas de alface nesse tratamento (T2). Além disso, as plantas situadas na parede vertical ficam mais protegidas da ação direta das geadas e das chuvas, quando comparadas às alfaces situadas no cultivo horizontal nos vasos (Figura 3).

Figura 3: Distribuição espacial dos tratamentos T1 e T2.



Fonte: DA SILVEIRA, C. C. (2020).

De acordo com Sentelhas et al. (1998), a energia emitida pelo sol é transmitida sob a forma de radiação eletromagnética em vários comprimentos de onda, e recebe o nome de radiação solar, gerando aumento da temperatura nas

superfícies onde incide. A radiação solar direta, também chamada onda curta, é a fração da radiação solar que atravessa a atmosfera e atinge a superfície terrestre. A radiação solar refletida é a fração da radiação solar que é refletida pelas superfícies das plantas, do solo e de diversos materiais sólidos, conforme sua coloração. Após a radiação solar direta ser absorvida pelas superfícies, é transformada em calor (radiação de onda longa), já que todo corpo acima de zero grau absoluto (-273°C) emite energia.

Quanto à variável número de folhas, observou-se que o T2 apresentou média final de 8,20 folhas e o T1 5,95 folhas, ambos os valores muito aquém daqueles encontrados por outros pesquisadores.

O número de folhas para a produção de alface é uma característica importante e está intimamente associado à temperatura do ambiente de cultivo e ao fotoperíodo (OLIVEIRA et al., 2004). Provavelmente, a variável de maior influência na redução do número de folhas do tratamento de cultivo horizontal em vasos (T1) foi a temperatura, já que este ficou mais exposto à ação do frio intenso do inverno, onde as mínimas médias para os meses de julho e agosto foram $6,3$ e $6,6^{\circ}\text{C}$, respectivamente (Tabela 2). As temperaturas mínimas ocorrentes no período do experimento proporcionaram condições desfavoráveis desde o estabelecimento inicial das plantas de alfaces em ambos os sistemas produtivos, acarretando reduzido desenvolvimento vegetativo posteriormente.

Casaroli et al. (2013), ao cultivar alface cultivar Vera em hidroponia, utilizando canos de PVC de 100 mm de diâmetro com solução nutritiva, obteve média de 17,8 folhas por planta, para as condições de outono em Santa Maria, RS.

Houve efeito significativo dos sistemas de cultivo testados sobre a variável diâmetro das alfaces, onde as plantas cultivadas em canos de PVC (T2)

apresentaram um diâmetro médio de 16,28 cm, superior ao cultivo em vasos (T1) com 7,05 cm de diâmetro; porém percebe-se que ambas medidas estão muito abaixo do que é considerado ideal para alface.

Feltrim et al. (2015) ao pesquisar a produção da alface em solo e em canos de PVC em sistema hidropônico em NFT (*Nutrient Film Technique*) e cultivo convencional no solo, obteve diâmetros da parte aérea de 27,35 cm e 26,56 cm, respectivamente para a hidroponia e solo.

Para as condições locais do experimento testado, percebe-se que a alface cultivada em canos de PVC no sistema vertical (T2) teve um melhor desempenho em todas as variáveis de crescimento, quando comparada à alface cultivada em vasos horizontais (T1). Esse fato pode estar ligado às melhores condições de temperatura e proteção contra chuvas e geadas condicionadas pela parede que sustentava os canos de PVC, agregando um melhor desenvolvimento às plantas desse sistema produtivo.

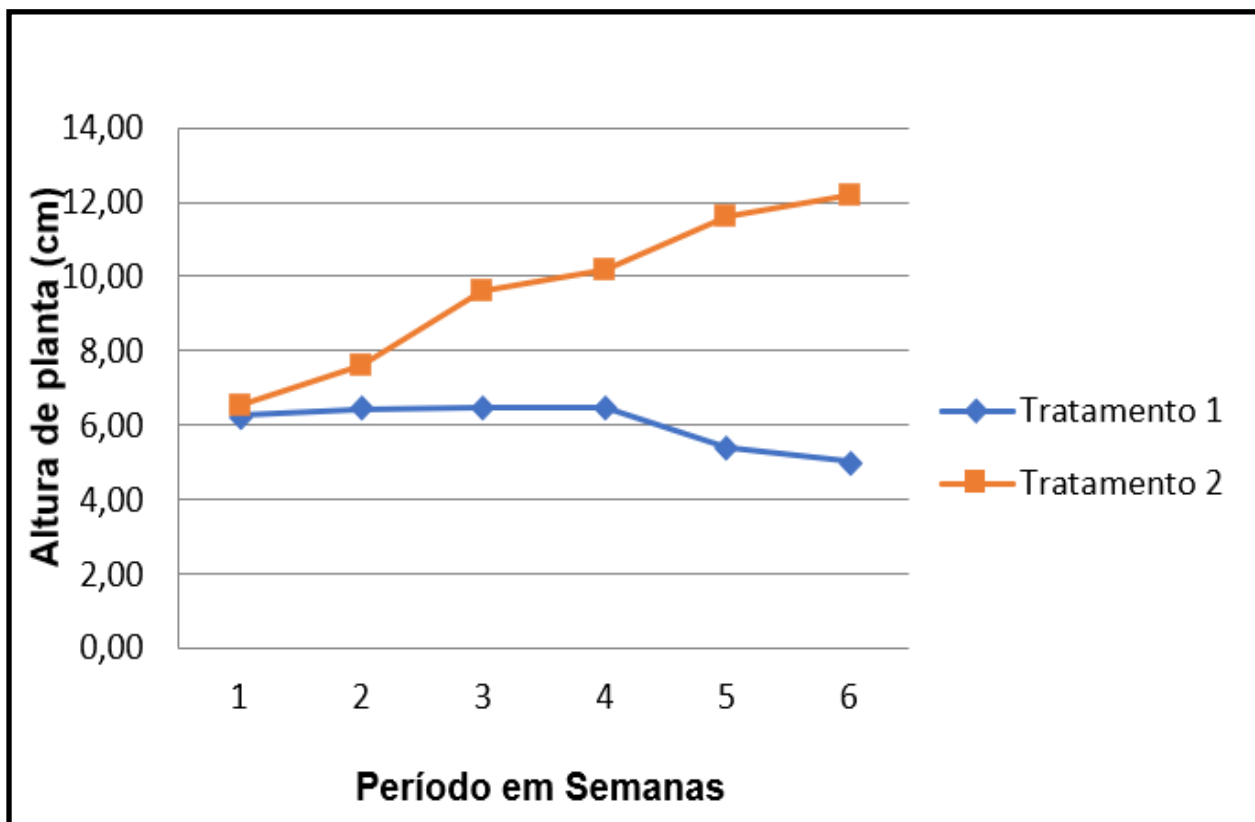
Verifica-se na Tabela 2 que os índices pluviométricos dos meses de execução do experimento foram elevados, sendo 185,2, 165, 25, 178 e 75 mm, respectivamente para abril, maio, junho, julho e agosto, totalizando um acumulado de 628,2 mm de chuva durante todo o período experimento.

Conforme a Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SMA-PA) de Santana do Livramento, os valores de precipitação pluviométrica acumulada durante os meses de abril a agosto foram de 526,5, 734,5 e 916 mm respectivamente para os anos 2016, 2017 e 2018, na qual percebemos que o acúmulo de chuva durante esses meses do ano normalmente é elevado, o que provavelmente tenha influenciado negativamente no crescimento das alfaces cultivadas em ambos os sistemas produtivos testados no experimento.

Segundo Segovia et al. (1997) o cultivo da alface ao longo do ano passa por dois períodos com condições meteorológicas pouco favoráveis, sendo um desses períodos os meses de inverno, devido às baixas temperaturas (inferiores a 10°C) e precipitações pluviométricas prolongadas que retardam o crescimento e danificam as plantas, indicando-se o cultivo protegido (estufa plástica) para melhorar as condições de desenvolvimento vegetativo da alface.

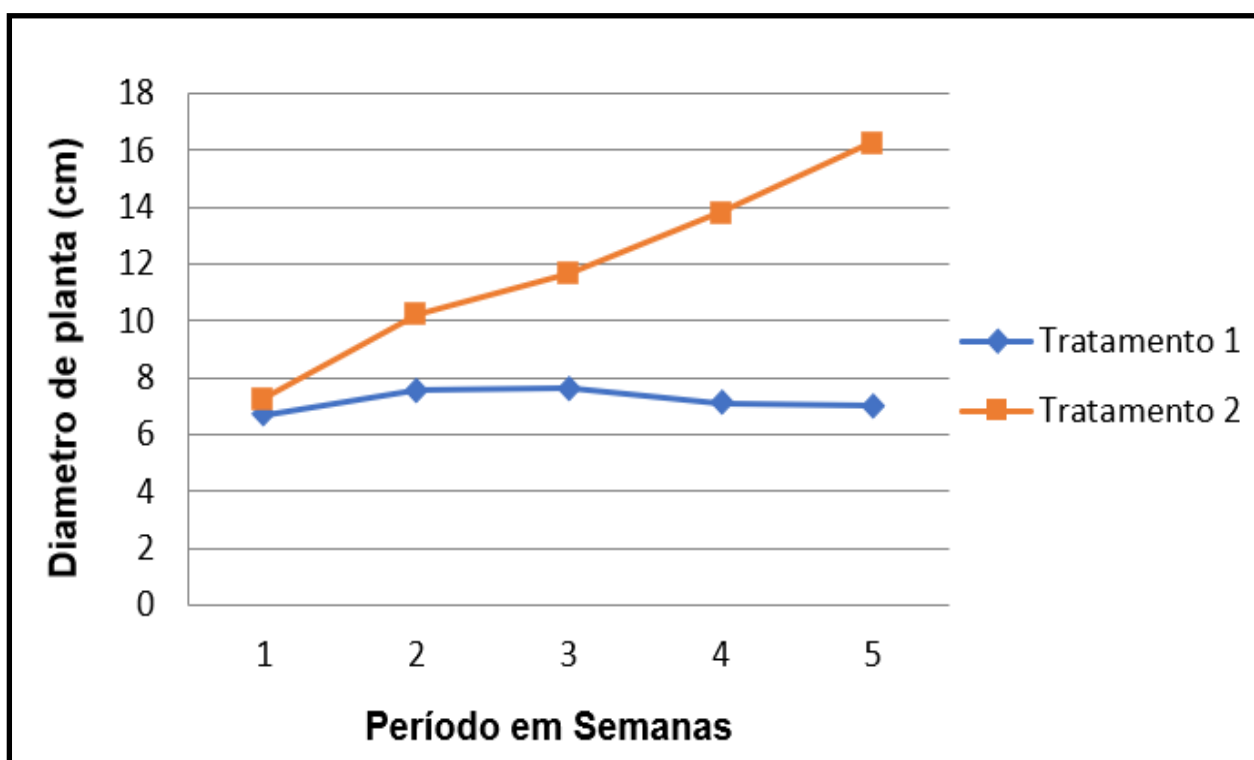
Nos Gráficos 1 e 2 podemos visualizar o crescimento das plantas de alface durante a execução do experimento, nos dois sistemas de cultivo testados, ao longo das seis semanas de condução. Nota-se que ambas variáveis apresentam padrões semelhantes de crescimento, onde o aumento da altura de plantas parece ter relação com a do diâmetro das alfaces.

Gráfico 1: Variável altura de plantas (cm).



Org. Os autores.

Gráfico 2: Variável diâmetro de plantas (cm).



Org. Os autores

A medição das variáveis altura e diâmetro de plantas ocorreu 7 e 14 dias após o transplante das mudas para os sistemas de cultivo vertical e horizontal, respectivamente.

A partir da terceira semana nota-se que o cultivo nos vasos (T1) apresentou uma diminuição na altura e também no diâmetro das plantas de alface. Este declínio de crescimento pode ser associado às intempéries climáticas que ocorreram durante o experimento, onde foi verificada alta precipitação pluviométrica para o período e dias com temperaturas abaixo de 7°C, inclusive com o registro de geadas que resultaram em queima nos bordos das folhas das alfaces localizadas no tratamento em vasos (T1) e, conseqüentemente, redução no crescimento vegetal.

As geadas são fenômenos climáticos que podem provocar congelamento nos tecidos vegetais, provocando a morte das plantas ou de suas par-

tes. Esse processo resulta na perda do potencial de turgescência, redução do volume celular e resulta na desidratação das células. Como sintomas desses processos, a folha fica com coloração verde escura e flácida, passando a ficar seca com o tempo. No caule, os vasos ficam necrosados (escuros) e provoca danos generalizados interna e externamente nos frutos (SENTELHAS; ANGELOCCI., 2012).

Em função da constante ocorrência de geadas no Rio Grande do Sul e na Fronteira Oeste do Estado, é recomendada a utilização de ambiente protegidos cobertos com plástico agrícola (PEBD) no cultivo de alface entre os meses de maio a setembro.

Ao final do experimento foi realizada a pesagem da matéria fresca e seca da parte aérea das plantas de alface, no Laboratório de Química da Uergs, unidade Santana do Livramento. Na Tabela 1 observam-se as médias finais da pesagem, onde o tratamento em canos de PVC (T2) apresentou média de 14,84 g e o tratamento em vasos (T1) apresentou média de 2,02 g de matéria fresca da parte aérea. Para a variável matéria seca da parte aérea, os resultados foram 1,11 g para o T2 e 0,27 g para o T1.

As médias de matéria fresca e secas encontradas no experimento em questão estão abaixo das verificadas na literatura. Silva et al. (2015) ao trabalhar com a alface cultivar Vera analisando os níveis de sombreamento, épocas de plantio e preparo do solo em sistema orgânico, obteve média de matéria seca da parte aérea de 2,39 g. Rocha e Purquerio (2009), ao trabalharem com coberturas de solo em ambiente aberto, obtiveram média de 451,1 g de matéria fresca para alfaces cultivadas em solo sem cobertura (nu).

Supõe-se que, como as plantas de alface apresentaram crescimentos reduzidos de altura, diâmetro e número de folhas, principalmente no tratamento

horizontal em vasos (T1), isto pode ter interferido diretamente nas médias de matéria fresca e seca ao final do experimento, que também revelaram valores reduzidos.

Em alface, a maior quantidade de folhas por planta resulta, em geral, numa maior área foliar, maior massa fresca e, conseqüentemente produtividade (ARAÚJO NETO et al., 2009)

Ao final do experimento, pode-se constatar que para as condições locais, o cultivo vertical em canos de PVC (T2) obteve melhores resultados de crescimento para a alface, quando comparado ao sistema horizontal em vasos (T1). Porém, mesmo no cultivo vertical em ambientes urbanos abertos e expostos às condições climáticas, é importante adicionar-se alguma forma de proteção térmica para a alface, durante o outono-inverno no RS, já que por ser uma folhosa delicada, torna-se intolerante ao excesso de chuvas e geadas frequentes nessa estação do ano.

Vásquez et al. (2015), também confirmam a sensibilidade da alface às condições de inverno, citando que o cultivo em ambiente protegido é uma prática cada vez mais comum em diversas olerícolas, incluindo-se a alface. Dentre as vantagens do cultivo em ambiente protegido pode-se citar o aumento de produtividade, a colheita na entressafra, a precocidade na colheita, melhor qualidade dos produtos e maior proteção dos fenômenos climáticos como geadas, excesso de chuvas e queda acentuada de temperatura durante a noite.

A cultivar Vera utilizada no experimento mostrou-se sensível às condições climáticas do período, evidenciando que novas pesquisas com diferentes variedades e cultivares de alface, possam ser desenvolvidas para as condições da Fronteira Oeste do RS, em ambientes domésticos abertos.

Como sugestão, cita-se a pesquisa desenvolvida por Yuri et al. (2002), que observou que a alface variedade americana, é uma planta tipicamente de inverno, capaz de resistir a baixas temperaturas, inclusive a geadas leves, para as condições de Lavras, MG.

Conclusões

A produção de alface foi influenciada pelo sistema produtivo testado, onde o sistema de cultivo vertical em canos de PVC apresentou superioridade no crescimento vegetal, relacionadas à altura de plantas, número de folhas, diâmetro de planta, peso da matéria fresca e seca da parte aérea, quando comparado ao sistema de cultivo horizontal em vasos.

O tratamento constituído pelos canos de PVC no cultivo vertical possivelmente obteve uma vantagem a seu favor, que foi o acréscimo de calor proveniente da temperatura do ar, por estar localizado de forma suspensa em uma parede vertical, onde a radiação solar emitida durante o dia pode ter sido absorvida pela estrutura de alvenaria e reenviada aos canos de PVC na forma de onda longa no período noturno, potencializando o crescimento das plantas de alface nesse tratamento testado.

Apesar do sistema de cultivo vertical em canos de PVC ter demonstrado superioridade em relação ao sistema de cultivo horizontal em vasos, todas variáveis de crescimento mensuradas durante a pesquisa foram inferiores aos dados encontrados na literatura, provavelmente pela ocorrência de geadas e constantes chuvas durante a execução do experimento. Sugere-se adicionar uma proteção térmica sobre as folhas da alface cultivada durante o outono-inverno no RS, como o tecido-não-tecido (TNT), evitando a queima e os danos foliares causados pelas intempéries climáticas.

A cultivar Vera utilizada no experimento mostrou-se sensível às condições climáticas do período, evidenciando que novas pesquisas com diferentes variedades e cultivares de alface, possam ser desenvolvidas para as condições da Fronteira Oeste do RS, em ambientes domésticos abertos.

Referências

ARAÚJO NETO, S. E; FERREIRA, R. L. F; PONTES, F. S. T. Rentabilidade da produção da orgânica de cultivares de alface com diferentes preparos de solo e ambiente de cultivo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p.1362-1368, 2009.

ATTIANI, C. A agricultura urbana. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA URBANA, 12, 2011, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Simpurb, 2011.

BRANCO, R. B. F. **Avaliação de cultivares e épocas de cultivo de alface nas condições de solo e hidroponia, em ambiente protegido**. 2001. 80f. (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

CASAROLI, D.; FAGAN, E. B.; SANTOS, O. S.; BONNECARRÉRE, R. A. G.; FILHO, H. N. Desempenho de onze cultivares de alface em duas formas diferentes de canais de cultivo, no sistema hidropônico. **Revista da FZVA** Uruguaiana, v. 10, n. 1, p. 25-33. 2013.

CAVALHEIRO, D. B.; KLOSOWSKI, E. S.; HENKEMEIER, N. P.; JUNIOR, A. C. G.; VASCONCELOS, E. S.; CHIBIAQUI, E. Produção de alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Vanda, cultivada sob diferentes ambientes e níveis de adubação mineral e orgânica. **Cultivando o saber**, v. 8, n. 1, p. 109-124, 2015.

CLEMENTE, F. M. V. T.; HABER, L. L. **Horta em pequenos espaços**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 56 p.

CORNACHINI, R. S.; COLETTI, A. R.; CARDIM, D. Produção hidropônica de duas espécies de alface (*Lactuca sativa* L.) em duas concentrações de solução nutritiva. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DAS FACULDADES ADAMANTINENSES INTEGRADAS, 7, 2011, Adamantina. **Anais...** Adamantina: FAI, 2011.

COSTA, C. P.; SALA, F. C. A evolução da alfaticultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 1, jan./mar., 2010 (Artigo de capa).

COSTA, J. S.; JUNQUEIRA, A. M. R. Diagnóstico do cultivo hidropônico de hortaliças na região do Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**, v. 18, n. 1, p. 49-52, 2010.

ECHER, M. M. Comportamento de cultivares de alface em função do espaçamento. **Revista de Agricultura**, v. 76, n. 02, p. 267-275, 2011.

FELTRIM, A. L.; FILHO, A. B. C.; BRANCO, R. B. F.; BARBOSA, J. C.; SALATIEL, L. T. Produção de alface americana em solo e em hidroponia, no inverno e no e verão, em Jaboticabal, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.505-509, 2015.

HALDER, S. J. B.; MENDONÇA, M. M.; MONTEIRO, D. **Agricultura Urbana: Natural aqui do Rio de Janeiro**. 2018. Disponível em: http://plataforma.redesan.ufrgs.br/biblioteca/mostrar_bib.php. Acesso em: 15 ago. 2019.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações automáticas**. 2020. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoesautomaticas>. Acesso em: 15 out. 2020.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

MEDEIROS, D. C.; FREITAS, K. C. S.; VERAS, F. S.; ANJOS, R. S. B.; BORGES, R. D.; Cavalcante neto, J. G.; Nunes, G. H. S.; Ferreira, H. A. Qualidade de mudas de alface em função de substratos com e sem biofertilizante. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 186-189, 2018.

MENDES, F. C. **Políticas e Inovações para a Agricultura Urbana: Estudo dos Casos de Nova Iguaçu (Rio de Janeiro - Brasil), Rio Cuarto (Córdoba-Argentina) e Sevilha (Andalucía - Espanha)**. 2022. 156 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2012.

NAGAI, H. Obtenção de novos cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) resistentes ao mosaico e ao calor. II – Brasil 303 e 311. **Revista de Olericultura**, São Paulo, v.18, p.14-21, 2018.

NOLASCO, C. L. **A Dimensão Ecológica da Agricultura Urbana no Município de Juiz de Fora/MG**. 2009. 203 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada a Conservação e Manejo de Recursos Naturais, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009.

OLIVEIRA, C. J.; NETO, A. J. A.; OLIVEIRA, A. M.; FILHO, J.B.; RIBEIRO, M. C. C. Desempenho de cultivares de alface adubadas organicamente. **Revista Verde**, v. 02, n. 01, p. 160-166. 2007.

OLIVEIRA, A. C. B.; SEDIYAMA, M. A. N.; PEDROSA, M. W.; GARCIA, N. C. P.; GARCIA, S. L. R. Divergência genética e descarte de variáveis em alface cultivada sob sistema hidropônico. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 211-217, 2004.

ROCHA M. A. V.; PURQUERIO L. F. V. Produção de alface em função de diferentes coberturas de solo. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, 2009.

SANTANA, L. R.; CARVALHO, R. D. S.; LEITE, C.C.; ALCÂNTARA, L. M.; OLIVEIRA, T. W. S.; RODRIGUES, B. M. Qualidade física, microbiológica e parasitológica de alfaces (*Lactuca sativa*) de diferentes sistemas de cultivo. **Ciênc. Tecnol. Aliment**, Campinas, v.26, n. 2, p. 264-269, 2006.

SEGOVIA, J. F. O. et al. Comparação do crescimento e desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.) no interior e exterior de uma estufa plástica de polietileno em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 37 – 41. 1997.

SENTELHAS, P. C.; ANGELOCCI, L. R. **Entendendo a Geada**, 2012. Disponível em: <http://www.climaonline.com.br/artigo03.php>. Acesso em: 12 set. 2019.

SENTELHAS, P. C.; PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R. **Meteorologia Agrícola**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1998. 131p.

SILVA, E. M. N. C.; FERREIRA, R. L. F.; RIBEIRO, A. M. A. da S.; NETO, S. E. A.; KUSDRA, J. F. Desempenho agrônomo de alface orgânica influenciado pelo sombreamento, época de plantio e preparo do solo no Acre. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 6, p. 468-474, 2015.

VÁSQUEZ M. A. N; FOLEGATTI M. V; DIAS N. S; SILVA C. R. Efeito do ambiente protegido cultivado com melão sobre os elementos meteorológicos e sua relação com as condições externas. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 1, p. 137-143, 2015.

YURI J. E.; MOTA, J. H.; SOUZA, R. J.; RESENDE, G. M.; FREITAS, S. A. C.; RODRIGUES JÚNIOR, J. C. **Alface americana: cultivo comercial**. Lavras: UFLA, 2002. 51 p.

CAPÍTULO 4

BIOFERTILIZANTES: UMA REVISÃO SOBRE AS POTENCIALIDADES DE APLICAÇÃO

Rafael Rodrigo Ferreira de Lima

Juliana de Oliveira Almeida

Doi: 10.48209/978-65-5417-111-4

Resumo: A produção agrícola convencional revela o paradoxo da produção versus a qualidade de vida do homem e a sustentabilidade do planeta. A agricultura convencional, assim, elevou os danos ao meio ambiente revelando a necessidade de uma nova tecnologia capaz de manter a produção, de forma econômica e sustentável. Nesse aspecto, os biofertilizantes surgem com essa proposta. Neste artigo, os conceitos legais e científicos de fertilizantes e biofertilizantes são revisitados de acordo com as pesquisas recentes e as políticas públicas sobre o tema. A metodologia compreendeu a revisão da literatura nas bases de dados eletrônicas e o elencamento dos artigos sobre os diferentes tipos de biofertilizantes e seus efeitos em diversas culturas. Concluiu-se que a possibilidade de aplicação e desenvolvimento de biofertilizantes não é só necessária como imprescindível para o futuro da agricultura e da humanidade.

Palavras-chave: Fertilizante. Biofertilizante. Produção Agrícola. Meio Ambiente

Introdução

Segundo Martins (2021), a atividade rural no território brasileiro ocupa 15 milhões de pessoas, com a agricultura correspondendo a 18% de toda a área rural. Ainda de acordo com esse autor, ao considerar a importância do agronegócio brasileiro e da atividade agrícola, qualquer motivo de perda na produção dos produtos rurais acarretam significativas reações negativas na economia do Brasil.

Nesse contexto, na busca pela promoção satisfatória da produção agrícola, há a busca e o emprego de insumos capazes de garantir o sucesso da produção. É a partir disso que o IBGE (2019), por meio do Censo Agropecuário 2017, destaca que dentre as técnicas de cultivo os produtores rurais empregam 20% de adubos químicos contrapondo-se a 12% de adubação orgânica e uma taxa de 32% de utilização de agrotóxicos.

Esse quadro evidenciado pelo IBGE é preocupante ao se considerar que o Brasil é um atuante comprador e utilizador de pacotes de produtos sintéticos, como agrotóxicos, refletindo em problemas sociais e produtivos dentro e fora das cadeias produtivas (DUTRA, SOUZA, 2017; SILVA et al., 2022). Assim, as práticas agroecológicas são fundamentais para uma produção saudável e que atendam aos anseios da sociedade na busca pela sustentabilidade. Faz parte desse viés produtivo o emprego de biofertilizantes como meio de melhorar e promover a produção agrícola.

O objetivo deste capítulo é, portanto, revisar os principais conceitos legais de fertilizante e biofertilizante, evidenciando as aplicações deste em uma breve revisão da literatura.

Metodologia

Essa revisão da literatura é baseada em artigos científicos indexados em bases de dados eletrônicas com acesso público como Elsevier, Science Direct e Scielo, com artigos pesquisados também por meio do buscador específico Google Acadêmico, em qualquer idioma, com restrição de anos de publicação no período entre 2006 e 2022.

A busca dos artigos científicos ocorreu por meio das palavras-chave biofertilizer e biofertilizante. Os trabalhos foram analisados de acordo com sua relevância e agrupados em uma tabela de acordo com o tipo de biofertilizante estudado.

Fertilizante e Biofertilizantes

Fertilizante é definido como “substância mineral ou orgânica, natural ou sintética, fornecedora de um ou mais nutrientes para as plantas (BRASIL, 1982)”, e pode ser categorizado em

- a) Fertilizante Simples - fertilizante formado de um composto químico, contendo um ou mais nutrientes das plantas;
- b) Fertilizante Misto - fertilizante resultante da mistura de dois ou mais fertilizantes simples;
- c) Fertilizante Orgânico - fertilizante de origem vegetal ou animal contendo um ou mais nutrientes das plantas;
- d) Fertilizante Organomineral - fertilizante procedente da mistura ou combinação de fertilizantes minerais e orgânicos;
- e) Fertilizante Composto - fertilizante obtido por processo bioquímico, natural ou controlado com mistura de resíduos de origem vegetal ou animal;
- f) Fertilizante Complexo - fertilizante contendo dois ou mais nutrientes, resultante de processo tecnológico em que se formem dois ou mais compostos químicos [...]. (BRASIL, 1982).

A partir de 2004, com a publicação da Lei 10.925, houve uma facilidade maior na comercialização e, portanto, disseminação de fertilizantes em território brasileiro (BRASIL, 2004). Isso, em parte, explica o aumento da importa-

ção de fertilizante entre os anos de 2012 e 2021 (CARDOSO et al., 2022). No escopo das ações de políticas públicas, amparada no discurso de vulnerabilidade de insumos produtivos agrícolas e na segurança alimentar da população, há a implementação do Plano Nacional de Fertilizantes, com período de atuação até 2050 (CALIGARIS et al., 2022; CAFFAGNI, 2022).

No entanto, o investimento em fertilizantes químicos tem se contrabalanceado com

[...] os princípios da química verde, a inovação no desenvolvimento de novas fontes de fertilizantes e insumos agrícolas, tendentes aos bioinsumos, e tecnologias e processos agropecuários para promoção do melhor aproveitamento de nutrientes pelas plantas. (STRALIOTTO et al., 2022, p.83).

Essa contraposição é essencial para a continuidade da sobrevivência humana ao considerar a essencialidade de um solo saudável e a marcha agressivamente danosa que se desenvolveu na agricultura entre as décadas de 1950 e 1960 e que levou à poluição dos recursos naturais ligados à produção agrícola e, de forma consequente, à saúde humana (ATAEI, P. et al., 2022).

Dessa maneira, os biofertilizantes são alternativas à fertilização química para a melhoria da saúde e da fertilidade do solo (WEI et al., 2022) com amplo estudo para a sua utilização, como ocorre com a cultura do feijão (BAM et al., 2022), do tomate – em produção protegida (SERRANO-CARREÓN, et al., 2022) até a remediação por metais pesados (ZHU et al., 2022)

Não apenas alternativas aos atuais fertilizantes químicos, os biofertilizantes são considerados um meio eficaz na busca por uma agricultura sustentável, cujos efeitos a longo prazo e baixo custo coloca esse tipo de insumo na lista de negócios rentáveis para o produtor rural (BASÍLIO, et al., 2022).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2020), biofertilizante é definido como “produto que contém princípio ativo

ou agente orgânico, isento de substâncias agrotóxicas, capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, elevando a sua produtividade, sem ter em conta o seu valor hormonal ou estimulante”.

Ainda segundo o mesmo órgão público, os biofertilizantes podem ser subdivididos em 6 grupos, como segue

- a) biofertilizante de aminoácidos: produto obtido por fermentação ou hidrólise de materiais orgânicos naturais;
- b) biofertilizante de substâncias húmicas: produto obtido por decomposição e solubilização de materiais orgânicos e posterior oxidação e polimerização, formadas basicamente por ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e huminas;
- c) biofertilizante de extratos de algas ou algas processadas: produto obtido por extração e beneficiamento de algas;
- d) biofertilizante de extratos vegetais: produto obtido por extração de compostos orgânicos solúveis da fermentação ou beneficiamento de materiais orgânicos, isentos de contaminação biológica;
- e) biofertilizante composto: produto obtido pela mistura de dois ou mais biofertilizantes dos grupos de aminoácidos, substâncias húmicas, extratos de algas, extratos vegetais e outros princípios ou agentes orgânicos aprovados;
- f) outros biofertilizantes que venham a ser aprovados pela pesquisa brasileira oficial ou credenciada. (MAPA, 2020, p.3).

Para além da definição do legislador, os biofertilizantes podem ser definidos como o fertilizante vivo por conter a combinação entre diversos micro-organismos necessários ao crescimento dos vegetais, fornecendo até os dezesseis elementos fundamentais para tal, como nitrogênio, fósforo e potássio (MAHMUD, CHONG, 2021).

Seguindo os conceitos que definem os biofertilizantes, estes se mostram como uma alternativa ecológica e econômica para conter o processo de degradação provocado pela agricultura convencional (PRABAKARAN et al., 2022). Por essa razão, no Quadro 1 são apresentadas algumas possibilidades que evidenciam a potencialidade dos biofertilizantes no processo produtivo agrícola.

Quadro 1: Potencialidades dos biofertilizantes

Tipo de Biofertilizante	Resultados	Autor e ano
Biofertilizante bovino	O biofertilizante produzido a partir da aplicação de biodigestor apresentou elevado valor nutricional de nitrogênio e fósforo.	OLIVEIRA et al., 2022
	O biofertilizante bovino reduziu os impactos negativos da irrigação com água salina na cultura do feijão-de-corda e seu efeito é reduzido em níveis altos de de salinidade.	SILVA et al., 2011
	O biofertilizante, aplicado via foliar, demonstrou melhor resultado na cultura do pimentão. O resultado dessa aplicação é melhorado ao aplicar o esterco bovino concomitantemente.	ARAÚJO et al., 2007.
	O biofertilizante bovino, aplicado semanalmente à cultura do rabanete, sem cobertura de com fibra de coco, favorece a produção desse vegetal.	FREIRE, SOUSA, NUNES, 2021
	Esse tipo de biofertilizante estimula o crescimento do feijoeiro, principalmente da matéria seca da raiz.	SOUSA et al., 2013
	A concentração de biofertilizante líquido de esterco bovino possibilitou melhor desempenho da cultivar de Girassol.	SARAIVA et al., 2021.
	O biofertilizante bovino, quando empregado para reduzir os efeitos do estresse hídrico (água salina) na cultura do feijão-de-corda demonstrou eficiência nos aspectos número de folhas, área foliar, diâmetro do caule e condutância estomática.	MAGALHÃES et al., 2021.
	O biofertilizante bovino inibe a ação danosa da irrigação com água salina, além de aumentar os teores de P, K e Ca.	SILVA et al., 2011.

Biofertilizante bovino	O biofertilizante bovino apresentou efeito positivo inversamente proporcional ao efeito negativo da água salina na cultura do milho.	SOUSA et al., 2012.
	Esse biofertilizante atenuou os efeitos da água salina na cultura da <i>Morinda citrifolia</i> L. Os efeitos negativos não foram eliminados em sua totalidade.	SOUTO et al., 2013.
	A ausência de biofertilizante bovino em um ambiente de água salina prejudicou o desenvolvimento de mudas de Oiticica. Nesse cenário, o biofertilizante tem melhor desempenho que o cloreto de potássio.	DINIZ NETO et al., 2014.
	O biofertilizante a partir da água residuária da bovinocultura leiteira demonstrou a capacidade de substituição parcial da adubação nitrogenada na cultura do milho.	MACIEL et al., 2019.
	A cultura da batata-doce (<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.) apresentou boa resposta à aplicação de biofertilizante bovino, com melhor resposta se aplicado associado ao esterco bovino.	OLIVEIRA et al., 2007.
	A utilização simultânea do biofertilizante bovino com cobertura morta eleva o teor de N no tecido foliar da cultura do maracujazeiro amarelo. Esse biofertilizante atuou ainda como compensador dos efeitos negativos da provocados pela água salina nessa cultura.	FREIRE et al., 2013.
	O biofertilizante “supermagro” associado a composto orgânico originou um cultivar cafeeiro com melhor desempenho na comparação à adubação mineral.	ARAÚJO et al., 2008.

Biofertilizante caprino	Esse biofertilizante apresenta como benefício o aumento dos teores de nutrientes quando comparado à fertilização mineral.	XAVIER JUNIOR et al., 2021.
	O biofertilizante de dejetos caprinos, quando aplicado em fertirrigação, influenciou positivamente o desenvolvimento da cultura do inhame, principalmente a matéria seca da cultura.	FERRAZ et al., 2021.
Biofertilizante suíno	A cultura do pimentão colorido respondeu bem à adubação com biofertilizante suíno em cultivo orgânico, com resposta positiva na produtividade.	SEDIYAMA et al., 2014.
	A aplicação do biofertilizante suíno demonstrou o aumento dos teores de N, Ca e Mg, embora tenha sido verificada a redução nos teores de P e S. Embora tenha ocorrido essa redução de nutrientes, não houve prejuízo para a cultura de estudo (quiabeiro).	SEDIYAMA et al., 2009.
Biofertilizante de Microalgas	O biofertilizante oriundo da microalga <i>Asterarcys quadricellulare</i> demonstrou ser eficiente na cultura do tomate orgânico.	LARA et al., 2022
	A microalga <i>T. obliquus</i> , cultivada no efluente da suinocultura, demonstrou uma ótima possibilidade para diminuir o impacto negativo da suinocultura.	FERREIRA, 2022.
	A microalga <i>Acutodesmus dimorphus</i> teve um evidenciado resultado positivo no cultivo do tomate Roma, com germinação rápida, aumento na altura dos cultivos e maior número de ramos e flores.	GARCIA-GONZALEZ, SOMMERFELD2016.
Biofertilizante de Algas	A aplicação de biofertilizante à base de algas demonstrou benefícios para as culturas do alface e da rúcula.	SILVA, CRIVELARE, CORRÊA, 2021.
	O consórcio entre a cianobactéria <i>Nostoc muscorum</i> e um sal nitrogenado melhora o desenvolvimento da cultivar – altura, floração, biomassa, altura das folhas. Melhora a germinação ao ser aplicada no solo.	VEGA, 2022.

Biofertilizante de aminoácido	A pulverização apenas de um aminoácido no berçário da <i>Impatiens walleriana</i> , em estresse abiótico, melhorou o crescimento da cultivar.	HAKIM et al., 2022.
Biofertilizante de substância húmica	Ocorre o favorecimento do desenvolvimento e a melhoria das características de mudas do mamoeiro Tainung, levando ao maior sucesso do transplântio.	SIMON et al., 2022
	A dose e a fonte do biofertilizante interfere diretamente nos resultados. Os biofertilizantes aumentam o crescimento e afetam a absorção de nutrientes. No entanto, estes não interferiram no desempenho nas culturas do milho e da soja.	PONCE, 2022.
	Esse tipo de biofertilizante oferece melhoria do sistema radicular e proteção contra estresse ambiental e estímulo ao crescimento da cultura da soja.	MEDEIROS, BAVIA, SEIXAS, 2022
Biofertilizante de Micro-organismo Eficiente	Ótima alternativa a agrotóxicos para a cultura do Alface; apresentando, satisfatoriamente, características como altura, matéria fresca e número de folhas.	SANTOS JÚNIOR, 2022.
Biofertilizante de bactérias	Composto por <i>Pseudomonas fluorescens</i> em torta de filtro, o biofertilizante apresentou bons e positivos resultados para a cultura do alface, principalmente na comparação com esterco caprino e bovino	MARTINS et al., 2020.
	<i>Bacillus pumilus</i> foi iniciada como uma cepa que ode ser empregada para a produção de biofertilizante para a cultura do trigo (<i>variedade Orkhon</i>).	AFFEZ et al., 2006

Org.: Os Autores.

Considerações Finais

A agricultura convencional foi desenvolvida para suprir a necessidade de alimentos do homem, lançando mão da tecnologia mais conveniente para tal objetivo. No entanto, esse processo produtivo levou ao desgaste e à degradação dos recursos naturais, colocando em risco a saúde e a sobrevivência humana – um paradoxo que torna a sobrevivência do homem e do planeta difícil em escala global.

Os biofertilizantes surgem com a proposta de tornar o processo produtivo agrícola sustentável, barato e saudável (para o homem e para o planeta). Suas utilizações, de forma concisa, foram demonstradas, evidenciando que é um recurso que deve ser utilizado, considerando ainda o valor agregado que pode ser alcançado além dos benefícios relatados.

Desafios, do legislador ao produtor, surgem e podem ser contornados, desde que se tenha a devida consciência de que a sobrevivência das espécies e a qualidade de vida são mais importantes que o imediatismo exigido pela demanda.

Referência

ARAÚJO, E. N. de et al. Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 11, p. 466-470, 2007.

ARAÚJO, J. B. S. et al. Composto orgânico e biofertilizante supermagro na formação de cafeeiro. **Coffee Science**, Lavras, v. 3, n. 2, p. 115-123, 2008.

ATAEI, P. et al. The promotion of biofertilizer application on farms: Farmers' intentional processes. **Environmental Technology & Innovation**, p. 102722, 2022.

BAM, R. et al. Effect of biofertilizers and nutrient sources on the performance of mungbean at Rupandehi, Nepal. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 10, p. 100404, 2022.

BASÍLIO, F. et al. Multiple modes of action are needed to unlock soil phosphorus fractions unavailable for plants: The example of bacteria-and fungi-based biofertilizers. **Applied Soil Ecology**, v. 178, p. 104550, 2022.

BRASIL. Decreto n. 86.955, de 18 de fevereiro de 1982. Regulamenta a Lei n. 6894, de 16 de dezembro de 1980, alterada pela Lei n. 6934, de 13 de julho de 1981, que dispõe sobre a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, e pelo Decreto-Lei n. 1899, de 1981, que institui taxas relativas às atividades do Ministério da Agricultura. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 1982.

BRASIL. Lei no 10.925/2004. Reduz as alíquotas do PIS/PASEP e da COFINS incidentes na importação e na comercialização do mercado interno de fertilizantes e defensivos agropecuários e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.925.htm. Acesso em: 20 dez. 2022.

CAFFAGNI, L. C. Um olhar sobre o mercado de fertilizantes. **AgroANALYSIS**, v. 42, n. 4, p. 27-30, 2022.

CALIGARIS, B. S. A. et al. A importância do Plano Nacional de Fertilizantes para o futuro do agronegócio e do Brasil. **Revista Política Agrícola**, Ano XXXI, n. 1, 2022.

CARDOSO, J. B. V. et al. Como a bioeconomia azul pode apoiar na redução da dependência nacional de fertilizantes no Brasil? O caso das algas marinhas. Nota Técnica de Fertilizantes. Instituto Senai de Inovação: Biossintéticos e Fibras. 2022.

DINIZ NETO, M. A. et al. Mudanças de oiticica irrigadas com águas salinas no solo com biofertilizante bovino e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 10-18, 2014.

DUTRA, R. M. S.; SOUZA, M. M. O. de. Cerrado, Revolução Verde e evolução do consumo de agrotóxicos. **Sociedade & Natureza**, v. 29, p. 473-488, 2017.

FERRAZ, E. X. L. Produção e matéria seca do inhame fertirrigado com biofertilizante. **IRRIGA**, [S. l.], v. 1, n. 4, p. 748-753, 2021. DOI: 10.15809/irriga.2021v1n4p748-753. Disponível em: <https://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/4418>. Acesso em: 19 dez. 2022.

Ferreira, F.O.P. - Tratamento de efluente de suinicultura com microalgas e valorização da biomassa como biofertilizante e bioestimulante. Lisboa: ISA, 2022, 63 p.

FREIRE, J. L. de O. et al. Teores de clorofila e composição mineral foliar do maracujazeiro irrigado com águas salinas e biofertilizante. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 57-70, 2013.

FREIRE, J. L. O de; SOUSA, M. N. D. de; NUNES, P. B. M. Influência do rejeito de mica, biofertilizante bovino e cobertura com fibra de coco na produção de rabanete. **Scientia Naturalis**, v. 4, n. 1, 2022.

GARCIA-GONZALEZ, J.; SOMMERFELD, M. Biofertilizer and biostimulant properties of the microalga *Acutodesmus dimorphus*. **Journal of applied phycology**, v. 28, n. 2, p. 1051-1061, 2016.

HAFEEZ, F. Y. et al. Plant growth-promoting bacteria as biofertilizer. **Agronomy for sustainable development**, v. 26, n. 2, p. 143-150, 2006.

HAKIM, G et al. Amino acid solutions on the growth of the ornamental plant *Impatiens walleriana* grown under root restriction stress. **Ornamental Horticulture**, v. 28, p. 150-160, 2022.

IBGE. 2019. Resultados definitivos do censo agro 2017. Rio de Janeiro. Acesso em: 9 de maio de 2019. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/estabelecimentos.html. Acesso em: 20 dez. 2022.

LARA, G. B. de et al. Microalga melhora o crescimento, rendimento, e teores de açúcares, aminoácidos e proteínas do tomateiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 46, 2022.

MACIEL, A. M. et al. Aplicação de biofertilizante de bovinocultura leiteira em um planossolo. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 1, p. 151-171, 2019.

MAGALHÃES, C. L. et al. Irrigação com água salina e uso de biofertilizante bovino no crescimento e nas trocas gasosas de feijão-de-corda. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 16, n. 2, p. 131-136, 2021.

MAHMUD, M. S.; CHONG, K. P. formulation of biofertilizers from oil palm empty fruit bunches and plant growth-promoting microbes: A comprehensive and novel approach towards plant health. **Journal of King Saud University - Science**, n. 8, v. 33, 2021.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 61, de 08 de julho de 2020. Estabelece as regras sobre definições, exigências, especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos fertilizantes orgânicos e dos biofertilizantes, destinados à agricultura. Diário Oficial da União República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 15 jul. 2020.

MARTINS, G. Diagnóstico sobre sistemas de dados agrícolas do Brasil para um sistema nacional de avaliação de danos e perdas por desastres na agricultura. Brasília, FAO: 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cb6527pt>. Acesso em: 20 dez. 2022.

MARTINS, M. B. F. et al. Biofertilizante de torta de filtro e bactéria promotora do crescimento em plantas na produção de mudas de alface **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, [S. l.], v. 6, n. 9, pág. 67758–67768, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n9-274. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/16520>. Acesso em: 20 dec. 2022.

MEDEIROS, F. H. V. de; BAVIA, G. P.; SEIXAS, C. D. S. Manejo de doenças fúngicas radiculares da Soja. In: MEYER, M. C. et al. (ORG). Bioinsumos na cultura da soja. Brasília, DF: Embrapa, 2022.

OLIVEIRA, A. P. de et al. Produção da batata-doce adubada com esterco bovino e biofertilizante. **Ciência e agrotecnologia**, v. 31, p. 1722-1728, 2007.

OLIVEIRA, A.P de .; et al. Produção de biofertilizante em biodigestor e análise química de nitrogênio e fósforo no produto. **Recital - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG**, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 10–26, 2022. DOI: 10.46636/recital.v4i2.262. Disponível em: <http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital/article/view/262>. Acesso em: 9 dez. 2022.

PONCE, M. C. R. Fontes e doses de biofertilizantes nas culturas da soja e do milho. 2022. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022. DOI <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2022.126>.

PRABAKARAN, S. et al. A state-of-the-art review on the environmental benefits and prospects of Azolla in biofuel, bioremediation and biofertilizer applications. **Industrial Crops and Products**, v. 183, p. 114942, 2022.

SANTOS JÚNIOR, A. das M. Microrganismos eficientes como biofertilizante na cultura da alface. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2022.

SARAIWA, K. R. et al. Desenvolvimento do girassol sob doses de biofertilizante bovino em cultivo agroecológico. **Revista Ciência Agrícola**, v. 19, n. 1, p. 51-60, 2021.

SEDIYAMA, M. A. N. et al. Nutrição e produtividade de plantas de pimentão colorido, adubadas com biofertilizante de suíno. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 588-594, 2014.

SEDIYAMA, M. A. N. et al. Produtividade e estado nutricional do quiabeiro em função da densidade populacional e do biofertilizante suíno. **Bragantia**, v. 68, p. 913-920, 2009.

SERRANO-CARREÓN, L. et al. A case study of a profitable mid-tech greenhouse for the sustainable production of tomato, using a biofertilizer and a biofungicide. **Electronic Journal of Biotechnology**, v. 59, p. 13-24, 2022.

SILVA, C. P. da; CRIVELARI, A. D.; CORREA, J. S. Desenvolvimento de mudas de alface e rúcula tratadas com biofertilizante de extrato de algas. **Científic@-Multidisciplinary Journal**, v. 8, n. 1, p. 1-10, 2021.

SILVA, F. L. B. da et al. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 383-389, 2011.

SILVA, F. L. B. da et al. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 383-389, 2011.

SILVA, T. H. C. et al. O uso indiscriminado de agrotóxicos na agricultura, seus impactos na saúde do trabalhador rural e a consequente responsabilidade civil no Brasil. **Revista de Direito Sanitário**, v. 22, n. 2, p. e0007-e0007, 2022.

SIMON, C. A. et al. Substâncias húmicas no desenvolvimento de mudas do mamoeiro tainung. In: SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO, 8., Linhares, ES. Papaya Brasil : produção e sustentabilidade. Organizadores, David dos Santos Martins e José Aires Ventura. Vitória, ES : Incaper, 2022. Anais... Linhares, ES : Incaper, p. 581-586, 2022.

SOUSA, G. G. de et al. Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, p. 237-245, 2012.

SOUSA, G. G. de. Fertirrigação com biofertilizante bovino na cultura do feijoeiro. **ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.9, n.4, p 76-82, out –dez , 2013

SOUTO, A. G. de L. et al. Comportamento do noni à salinidade da água de irrigação em solo com biofertilizante bovino. **IRRIGA**, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 442–453, 2013. DOI: 10.15809/irriga.2013v18n3p442. Disponível em: <https://200.145.140.50/index.php/irriga/article/view/522>. Acesso em: 19 dez. 2022.

STRALIOTTO, R. et al. Intensificação da agricultura com sustentabilidade. In: TORRES, L. A.; CAMPOS, S. K. (ed.). Megatendências da Ciência do Solo 2030. Brasília, DF: Embrapa, 2022.

VEGA, M. I. Z. Uso de la cianobacteria *Nostoc muscorum* como biofertilizante y sus efectos tanto en el desarrollo del frijol (*Phaseolus vulgaris*) como en las características del suelo en condiciones de invernadero. Universidade da Costa Rica: Programa de Pós-graduação em biologia. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10669/87728>. Acesso em: 09 dez. 2022.

WEI, X. et al. *Bacillus* and microalgae biofertilizers improved quality and biomass of *Salvia miltiorrhiza* by altering microbial communities. **Chinese Herbal Medicines**, 2022.

XAVIER JUNIOR, O. S. et al. Use of alternative biofertilizers in the cultivation of forage cactus: A review. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 6, p. e46110616024, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i6.16024. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/16024>. Acesso em: 19 dec. 2022.

ZHU, Y. et al. Cotton straw biochar and *Bacillus* compound biofertilizer decreased Cd migration in alkaline soil: Insights from relationship between soil key metabolites and key bacteria. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 232, p. 113293, 2022.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Emanuel Jeremias Ramalho da Silva

Bacharel em Direito; Advogado; Especialista em Direito Ambiental e Agrário; Mestre e Doutorando pelo PPGAGRO, na Universidade Federal de Goiás, na linha de pesquisa “Agricultura familiar e o agronegócio”. É vinculado ao Setor de Desenvolvimento Rural, da Escola de Agronomia da UFG, onde desenvolve pesquisas ligadas a políticas agroambientais, agroalimentares, agrárias, fundiárias e políticas de desenvolvimento rural para a agricultura familiar camponesa. É membro da Comissão de Direito dos Povos e Comunidades Tradicionais do Instituto de Direito Ambiental (IDAM). É associado à: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC); Rede de Estudos Rurais; e Associação Brasileira de Juristas pela Democracia.

Graciella Corcioli

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás (2003), mestrado em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás (2006) e doutorado em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás (2013). Atualmente é Professora Adjunto da Universidade Federal de Goiás nas disciplinas de Sociologia Rural e Políticas de Desenvolvimento Rural. Possui experiência na área de Agronomia, atuando principalmente nos seguintes temas: Agricultura Familiar, Extensão Rural e Nutrição Mineral de Plantas. É contra o golpe de 2016.

SOBRE OS AUTORES

Carolini Castelnobles da Silveira

Bacharel em Agronomia pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), unidade Santana do Livramento.

E-mail: carol-castelnobles@hotmail.com

Fabiana Schumacher Fermino

Bióloga. Professora Adjunta da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul/RS. E-mail: fabiana-fermino@uergs.edu.br

Juliana de Oliveira Almeida

Graduada em Ciências Contábeis e acadêmica do Programa de Mestrado Profissional em Ciências Ambientais (IFBaiano). E-mail: juliveira@gmail.com

Luis Paulo Schorr

Professor do curso de Engenharia Agrônômica do Centro de Ensino Superior Riograndense - CESURG, Doutorando em Engenharia Florestal.

E-mail: luis.schorr@cesurg.com

Natália Letícia Goffi

Acadêmica do curso de Engenharia Agrônômica do Centro de Ensino Superior Riograndense - CESURG. E-mail: natigoffi@gmail.com

Rafael Rodrigo Ferreira de Lima

Graduado em Agronegócio e acadêmico do Programa de Mestrado Profissional em Ciências Ambientais (IFBaiano). Email: rafaelarielrodrigo@gmail.com

Suélen Giacomini

Acadêmica do curso de Engenharia Agrônômica do Centro de Ensino Superior Riograndense -CESURG. E-mail: suelengiacomini15@gmail.com

Simone Braga Terra

Coordenadora do projeto de pesquisa e professora Adjunto da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), unidade Santana do Livramento. E-mail: simone-terra@uergs.edu.br

Thais Pollon Zanatta

Professor do curso de Engenharia Agrônômica do Centro de Ensino Superior Riograndense - CESURG, Mestre em Agronomia. E-mail: thais.zanatta@cesurg.com

Wellerson Mora Vargas

Estudante de graduação em Agronomia pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul/RS. E-mail: wellerson-portes@uergs.edu.br

ENSAIOS DE AGRONOMIA:

ESTUDOS E ESCRITAS CIENTÍFICAS

