



CADEIAS PRODUTIVAS e novas tecnologias:

Aspectos econômicos,
ecológicos e sociais

Renato Jaqueto Goes
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2021



CADEIAS PRODUTIVAS e novas tecnologias:

Aspectos econômicos,
ecológicos e sociais

Renato Jaqueto Goes
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

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

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

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

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

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

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

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

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

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia

Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa

Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Cadeias produtivas e novas tecnologias: aspectos econômicos, ecológicos e sociais

Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Flávia Roberta Barão
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizador: Renato Jaqueto Goes

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C122 Cadeias produtivas e novas tecnologias: aspectos econômicos, ecológicos e sociais / Organizador Renato Jaqueto Goes. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-535-5

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.355210410>

1. Logística empresarial. 2. Cadeias produtivas. I. Goes, Renato Jaqueto (Organizador). II. Título.

CDD 658.5

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

DECLARAÇÃO DA EDITORA

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

APRESENTAÇÃO

“Cadeias produtivas e novas tecnologias: Aspectos econômicos, ecológicos e sociais” é uma obra que possui como enfoque central a discussão científica utilizando para isso, trabalhos diversos que constituem seus capítulos. O volume irá abordar de forma interdisciplinar e categorizada trabalhos, pesquisas, relatos de casos e/ou revisões que transitam nos vários caminhos da agricultura, pecuária e ensino.

O objetivo desta obra foi apresentar de forma categorizada e clara estudos desenvolvidos em várias instituições de ensino, pesquisa e extensão do Brasil e do mundo. Em todos esses trabalhos a linha condutora foi o aspecto relacionado à importância de cadeias produtivas e aplicação de novas tecnologias nos meios de produção para que os tornem mais eficientes, tanto no aspecto econômico, ecológico e social. A manutenção da competitividade dos sistemas agropecuários tem sido uma constante preocupação para a sociedade. A produção de grãos, carne e leite deve ser realizada de forma a maximizar a eficiência produtiva da propriedade agrícola sem afetar de maneira definitiva o ambiente.

Temas variados e interessantes são, deste modo, discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam pelo assunto. Possuir um material que demonstre algumas práticas que maximize a produção da propriedade rural é de extrema relevância, assim como abordar alguns temas atualizados de interesse pedagógico e científico.

Deste modo a obra “Cadeias produtivas e novas tecnologias: Aspectos econômicos, ecológicos e sociais” apresenta uma teoria bem fundamentada nos resultados práticos obtidos pelos diversos professores e acadêmicos que arduamente desenvolveram seus trabalhos que aqui serão apresentados de maneira concisa e didática. Sabemos o quão importante é a divulgação científica, por isso evidenciamos também a estrutura da Atena Editora capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para estes pesquisadores exporem e divulguem seus resultados.

Renato Jaqueto Goes

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE RETROSPECTIVA DA FEBRE AFTOSA E DAS ATIVIDADES DO PROGRAMA NACIONAL DE VIGILÂNCIA PARA A FEBRE AFTOSA (PNEFA)

Helen Cassia dos Santos

Gustavo Maciel Elias

João Sávio Andrade Alves

Elisama Dias

Mayra Araguaia Pereira Figueredo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3552104101>


CAPÍTULO 2..... 12

ANÁLISE TEMPORAL DE REGIÕES COM POTENCIAL AGRÍCOLA NA BAIXADA FLUMINENSE (1994-2019)

Vitória Côrtes da Silva Souza de Oliveira

Anderson Gomide Costa

Rafael Alvarenga Almeida

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3552104102>

CAPÍTULO 3..... 22

APICULTURA DIDÁTICA: EXPERIÊNCIA SOBRE A VIVÊNCIA EM AGROECOLOGIA NO APIÁRIO DA UFRB


Kayque Ramom Bezerra Pereira

Geni da Silva Sodré

Alane Amorim Barbosa Dias

Journei Pereira dos Santos

Renecleide Viana dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3552104103>

CAPÍTULO 4..... 29

APLICAÇÃO DA NORMA ACI 313 (1997) NO DIMENSIONAMENTO DE SILOS MULTICELULARES ELEVADOS DE CONCRETO ARMADO PARA CAFÉ

Hellen Pinto Ferreira Deckers

Francisco Carlos Gomes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3552104104>

CAPÍTULO 5..... 44

APLICAÇÃO DE LAMA DE FOSFATO COMO FONTE DE FÓSFORO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)


Amanda de Souza Costa

José Roberto de Paula

Tháís Helena de Oliveira Norte

Fernando Soares Lameiras

Fernando Augusto Moreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3552104105>

CAPÍTULO 6..... 57

AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO INICIAL DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*),
ORGÂNICO E CONVENCIONAL SUBMETIDO AO ESTRESSE SALINO

Franciele Mara Lucca Zanardo Bohm

Fernanda Alexia dos Santos Giraldelli

Paulo Alfredo Feitoza Bohm

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3552104106>

CAPÍTULO 7..... 69

ECOPHYSIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF SORGHUM GENOTYPES SUBMITTED
TO WATER DEFICIT TOLERANCE

Maria Lúcia Ferreira Simeone

Paulo César Magalhães


Newton Portilho Carneiro

Carlos César Gomes Júnior

Roniel Geraldo Avila

Thiago Corrêa de Souza

Antônio Carlos de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3552104107>


CAPÍTULO 8..... 84

ESTUDO HEMATOLÓGICO DE TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) CAPTURADOS
EM DOIS PESQUE-PAGUE DA REGIÃO DE ROLIM DE MOURA, RO

Wilson Gómez Manrique

Mayra Araguaia Pereira Figueiredo

Gibrann Frederiko de Lima Raimundo


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3552104108>

CAPÍTULO 9..... 96

FISIOLOGIA REPRODUTIVA DA FÊMEA CAPRINA

Paula Magnabosco Secco

Carla Fredrichsen Moya

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3552104109>

CAPÍTULO 10..... 109

MANUTENÇÃO DA PALHADA SOBRE O SOLO APÓS SEMEADURA COM ADUBAÇÃO A
LANÇO, DISCO DUPLO E HASTE

Tiago Pereira da Silva Correia


Gabriela Greice Pereira



Alyne Ayla Rodrigues de Souza

Fhillipi Augusto Castro Maciel

Isabela Dias de Souza

Kamilla Saldanha Simão

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.35521041010>

CAPÍTULO 11	114
LA INVESTIGACIÓN UN PROCESO DE ENSEÑANZA EN LA FORMACIÓN INTEGRAL DE LOS INGENIEROS AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN MEDIANTE EL USO DE UNA PARCELA DEMOSTRATIVA	
José Luis Gutiérrez Liñán	
Carmen Aurora Niembro Gaona	
Alfredo Medina García	
María Candelaria Mónica Niembro Gaona	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.35521041011	
CAPÍTULO 12	124
PROJETO DE SILO SECADOR DE GRÃOS PARA O PEQUENO PRODUTOR NA REGIÃO NOROESTE DE MINAS	
Adrieny Kerollen Alves Lopes	
Hellen Pinto Ferreira Deckers	
Marcelo Bastos Cordeiro	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.35521041012	
CAPÍTULO 13	139
REGISTRO DE TÉCNICAS DA AGRICULTURA FAMILIAR PARA A INOVAÇÃO NO ARMAZENAMENTO DE GRÃOS	
Claiver Maciel de Souza	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.35521041013	
CAPÍTULO 14	150
SEMEADURA DE MILHO VARIEDADE E HÍBRIDO: AMPLITUDE DE VARIAÇÃO DA DISTÂNCIA LONGITUDINAL ENTRE SEMENTES	
Tiago Pereira da Silva Correia	
Alyne Ayla Rodrigues de Souza	
Gabriela Greice Pereira	
Arthur Gabriel Caldas Lopes	
Wesley Matheus Cordeiro Fulgêncio Taveira	
Francisco Faggion	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.35521041014	
SOBRE O ORGANIZADOR	155
ÍNDICE REMISSIVO	156

CAPÍTULO 1

ANÁLISE RETROSPECTIVA DA FEBRE AFTOSA E DAS ATIVIDADES DO PROGRAMA NACIONAL DE VIGILÂNCIA PARA A FEBRE AFTOSA (PNEFA)

Data de aceite: 21/09/2021

Data da submissão: 03/09/2021

Helen Cassia dos Santos

Discente do Curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Rondônia-UNIR, *Campus* Rolim de Moura, Rolim de Moura, Rondônia.

<http://lattes.cnpq.br/3008573593784044>

Gustavo Maciel Elias

Discente do Curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Rondônia-UNIR, *Campus* Rolim de Moura, Rolim de Moura, Rondônia.

<http://lattes.cnpq.br/8206282326314582>

João Sávio Andrade Alves

Grupo de Extensão e Pesquisa de Ruminantes em Rondônia (GEPRO), Discente do Curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Rondônia-UNIR, *Campus* Rolim de Moura, Rolim de Moura, Rondônia.

<http://lattes.cnpq.br/2980088008650619>

Elisama Dias

Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Laboratório de Parasitologia, Entomologia e Biologia Molecular voltado à Saúde Única-LAPEMSU, Universidade Federal de Rondônia-UNIR, *Campus* Rolim de Moura, Rolim de Moura, Rondônia.

<http://lattes.cnpq.br/4816746348071647>

Mayra Araguaia Pereira Figueredo

Laboratório de Parasitologia, Entomologia e Biologia Molecular voltado à Saúde Única (LAPEMSU), Departamento de Medicina

Veterinária e Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Rondônia-UNIR, *Campus* Rolim de Moura, Rolim de Moura, Rondônia.

<http://lattes.cnpq.br/0400550473507828>

RESUMO: A febre aftosa é uma doença infectocontagiosa e de rápida transmissão, novos focos da doença geram grandes perdas econômicas e implicam em elevados investimentos para o controle e erradicação. O presente estudo fez uma análise retrospectiva dos últimos 10 anos no Brasil da febre aftosa e das atividades exercidas pelo Plano Estratégico do Programa Nacional de Erradicação e Prevenção da Febre Aftosa (PNEFA). Foram pesquisadas em bases de dados públicos, consultadas entre julho e agosto de 2021. Foram selecionados os artigos com filtro dos últimos 10 anos contendo os termos “PNEFA e febre aftosa” que fossem relevantes para o contexto atual da doença no país e a atividade do programa de erradicação e prevenção da febre aftosa. Nenhum filtro de idioma foi aplicado à pesquisa. Como resultado total foram utilizados 23 trabalhos. Atualmente no Brasil a doença está ausente, tendo oficialmente registrado a última ocorrência em 2006, nos estados do Mato Grosso do Sul e Paraná. No ano de 2021, o país encontra-se em transição de zonas livres de febre aftosa com vacinação para zona livre sem vacinação, como previsto no PNEFA. Seis estados do Brasil receberam reconhecimento internacional no dia 27 de maio de 2021 para áreas livres de febre aftosa sem vacinação, sendo eles os estados do Rio Grande

do Sul, Rondônia, Acre, Paraná e partes do Amazonas e do Mato Grosso. Tendo atualmente, um bom controle e avanço do Brasil no enfrentamento à febre aftosa. Acredita-se que um número superior de trabalhos, quando comparados ao resultado desta pesquisa (n=23), referente a febre aftosa serão produzidos no intuito de acompanhar a implantação de todas as áreas sem vacinação e livres de aftosa.

PALAVRAS - CHAVE: Livre sem vacinação, OIE, controle.

RETROSPECTIVE ANALYSIS OF FOOT-AND-MOUTH DISEASE AND ACTIVITIES OF THE NATIONAL MONITORING PROGRAM FOR FOOT-AND-MOUTH DISEASE (PNEFA)

ABSTRACT: Foot-and-mouth disease is an infectious and contagious disease of rapid transmission, new outbreaks of the disease generate great economic losses and imply high investments for its control and eradication. This study carried out a retrospective analysis of the last 10 years of foot-and-mouth disease in Brazil and the activities carried out by the Strategic Plan of the National Program for the Eradication and Prevention of Foot-and-Mouth Disease (PNEFA). They were searched in public databases, consulted between July and August 2021. Filter articles from the last 10 years containing the terms “PNEFA and foot-and-mouth disease” that were relevant to the current context of the disease in the country and the activity of the FMD eradication and prevention program. No language filter was applied to the search. As a total result, 23 works were used. Currently in Brazil, the disease is absent, having officially registered the last occurrence in 2006, in the states of Mato Grosso do Sul and Paraná. In the year 2021, the country is in transition from FMD-free zones with vaccination to a free zone without vaccination, as provided for in PNEFA. Six states in Brazil received international recognition on May 27, 2021 for areas free from foot-and-mouth disease without vaccination, namely the states of Rio Grande do Sul, Rondônia, Acre, Paraná and parts of Amazonas and Mato Grosso. Currently, Brazil has good control and advances in the fight against foot-and-mouth disease. It is believed that a greater number of studies, when compared to the result of this research (n=23), referring to foot-and-mouth disease will be produced in order to monitor the implementation of all areas without vaccination and free of foot-and-mouth disease.

KEYWORDS: Free without vaccination, OIE, control.

1 | INTRODUÇÃO

A febre aftosa é uma enfermidade de notificação obrigatória (Instrução normativa nº 50, de 24 de setembro de 2013), infectocontagiosa aguda com potencial de transmissibilidade extremamente alto entre os animais susceptíveis, sendo eles animais biungulados (casco com duas unhas), podendo, em cerca de uma semana ou menos, acometer a totalidade dos componentes de um rebanho afetado (ZAPPA; BORTOTO, 2013). A doença é causada por um vírus da família *Picornavirus*, gênero *Aphthovirus*.

É uma das zoonoses de maior importância econômica no país, que conta com um rebanho de 214,7 milhões de cabeças de gado e 1,4 milhões de bubalinos (IBGE, 2019), representando 14,3% do rebanho mundial. A febre aftosa causa grandes perdas

na produção de leite e carne, e gera transtornos para os criadores, como impedimento à comercialização de animais e seus produtos e subprodutos tanto a nível local, quanto internacional (SEAPDR, 2017), e devido ao grande controle, a região ou país acaba entrando em foco prejudicando seu status principalmente referente à exportação.

Devido ao grande impacto econômico da doença, estuda-se uma solução de controle e erradicação desde 1950, os primeiros relatos da doença começaram a aparecer desde os anos 50 e 60 (FIGUEIREDO et al., 2009) e com o passar dos anos tais medidas foram sendo aprimoradas. A transmissão da doença se dá por meio do contato direto de animais suscetíveis com animais enfermos, ou mesmo por contato indireto, por meio de fômites (BORTOT et al., 2013).

Desde a introdução da febre aftosa no Canadá (1949) e no México (1950) a doença já foi registrada em diversos países, e a mesma foi erradicada com sucesso nos Estados Unidos, Canadá, México, América Central e Austrália, entre outros (OIE, 2018).

No Brasil, os primeiros focos da febre aftosa foram verificados entre os anos de 1895 até 1980, sendo considerada uma doença endêmica (BORTOT; ZAPPA, 2013). Em 1992, houve a criação do Programa Nacional de Erradicação e Prevenção da Febre Aftosa (PNEFA).

O presente estudo realizou uma análise retrospectiva dos últimos dez anos da febre aftosa no Brasil e das atividades exercidas pelo PNEFA.

1.1 Criação de programas de erradicação

Teve início a partir de 1951, com a criação do centro Pan Americano (PANAFTOSA) este ficou sendo reconhecido como único centro especializado em febre aftosa das Américas como o objetivo era erradicar a doença se criou também a Comissão Sul Americana de Luta contra a Febre Aftosa (COSALFA), esta tinha como intuito acompanhar as ações de erradicação com esse contexto a OPAS em 1980, criou o Comitê Hemisférico para Erradicação da Febre Aftosa (PHEFA) que continha o objetivo de erradicar a doença até 2020, nessa década de 80 já havia uma redução de focos da FA e o Chile se tornou reconhecido como livre, posteriormente em 1990 os países Uruguai, Argentina, Paraguai e os estados Brasileiros Rio Grande do Sul e Santa Catarina são reconhecidos internacionalmente como livre com vacinação, neste mesmo ano houve a elaboração e entrega de Manuais para preservar e ampliar a conquista das áreas livres, para isso a PANAFTOSA desenvolveu a prova de Ensaio imunoenzimático por eletrotransferência (EITB) que contribuiu para a certificação de áreas livres, nos anos 2000 essa instituição pública que tanto auxiliou os países Sul Americanos a receber o status de livre, recomenda o uso dos kits completos I-ELISA 3ABC/EITB para o diagnóstico sorológico nas atividades de vigilância da FA que corrobora com a Criação do Sistema Continental de Vigilância Epidemiológica (SIVCONT) (OPAS, 2018).

1.2 Programa Nacional de Erradicação da Febre Aftosa (PNEFA)

No ano de 1992, o MAPA estabelece a criação do Programa Nacional de Erradicação e Prevenção da Febre Aftosa (PNEFA), objetivando organizar as ações por meio de circuitos pecuários, setor privado e no uso sistemático de imunizantes. Ao passar do tempo o programa foi reformulado e passou a se chamar Programa Nacional de Erradicação e Prevenção da Febre Aftosa (SEAGRI, 2018).

Em 2007, o Estado de Santa Catarina é reconhecido como zona livre de Febre Aftosa sem vacinação e a região centro-sul do Estado do Pará como zona livre de Febre Aftosa com vacinação (DEPARTAMENTO DE SAÚDE ANIMAL, 2008). Neste ano houve também, a reformulação do PNEFA, com a publicação da Instrução Normativa nº 44/2007.

Com objetivo a erradicação da doença em todo o território nacional, e a sustentação dessa condição sanitária, foi necessário a implementação de um sistema de vigilância sanitária apoiado na manutenção das estruturas do SVO e na participação da comunidade (BRASIL, 2007).

A Febre Aftosa é uma enfermidade de notificação obrigatória, os proprietários, veterinários, têm o prazo máximo de 24 horas para notificar ao Serviço Veterinário Oficial (SVO), e o serviço veterinário, prazo de 12 anos para o atendimento (BRASIL, 2007).

É muito importante que o produtor adquira somente animais de origem segura e saudáveis. O transporte de animais sempre deve ser acompanhado da Guia de Trânsito Animal (GTA). Em caso de suspeita da doença como lesões na boca ou nos pés, ou outros sinais típicos da doença, o Serviço Veterinário Oficial precisa ser imediatamente notificado para que haja o impedimento da difusão da doença, reduzindo o tempo e aporte financeiro destinado a erradicação da Febre Aftosa (IN 48/13/2020).

Visando aumentar a área livre de Febre Aftosa sem vacinação, é lançado o Plano Estratégico 2017-2026 do PNEFA. No primeiro Plano Estratégico (2017) de execução do projeto de expansão das áreas livres de febre aftosa sem vacinação, foi realizado uma análise de distribuição dos rebanhos susceptíveis e a movimentação destes. Transcorrido dois anos após o início da execução do projeto, foi necessário reprojeter, tendo em vista as particularidades dos estados, a equipe gestora propôs a divisão dos estados em cinco blocos e já foi estipulada a realização da última vacinação, como pode ser visto no Quadro 1 (PNEFA, 2019).

Zona	Realização da última vacinação contra a febre aftosa
1- Composta pelo Bloco I	Novembro de 2019
2- Composta pelo Bloco II, III e IV	Maio de 2021
3- Composta pelo Paraná	Maio de 2019
4- Composta pelo Rio Grande do Sul	Maio de 2021

Quadro 1. Cronograma de transição de condições sanitárias em cada zona após dois anos de execução do plano estratégico.

Fonte: Os autores, baseados no PNEFA (2019)

Em 2018 há o reconhecimento pela OIE de país livre de Febre Aftosa (SEAGRI, 2018). A Instrução Normativa nº 48/2020 atualiza as diretrizes seguidas pelo PNEFA, nesta resolução as principais alterações, são a autorização da entrada de animais de áreas com vacinação para áreas livres sem vacinação, destinados ao abate, permite também o retorno de animais advindos de zona livre sem vacinação e que participaram de feiras agropecuárias ou que estivessem em centrais de inseminação em áreas livres com vacinação. É estabelecido que o rebanho tenha que ser declarado uma vez ao ano, mesmo não tendo vacinação. É vetado o transporte e o trânsito de cabeça, língua, faringe e linfonodos associados de zonas livres com vacinação para zonas livres sem vacinação (MAPA, 2020).

1.3 PNEFA-2017-2026

O presente plano busca criar e manter condições sustentáveis para garantir o status de país livre da Febre Aftosa e ampliar as zonas livres sem vacinação, protegendo o patrimônio pecuário nacional e gerando o máximo de benefícios às partes envolvidas em toda cadeia (PNEFA, 2017).

Este foi organizado para ser executado em um prazo de 10 anos a qual foi iniciado em 2017 e seu término está previsto para 2026, o mesmo segue as diretrizes da OIE e Código animal terrestre a qual apresenta o objetivo de substituir aos poucos a vacinação em todas as UFs brasileiras para este foi adotado ações em âmbito municipal, estadual e nacional, envolvendo a participação dos serviços veterinários, setores privados, produtores rurais e poder público, essas ações envolvem 16 operações e que são reunidas em quatro componentes participativos sendo este a ampliação dos serviços veterinários, fortalecimento da vigilância e a interação entre os interessados como também a transição de livre com vacinação para zona livre sem vacinação em todo brasil (PNEFA, 2017).

As 16 operações são composta por 102 ações operacionais, sendo que o monitoramento de indicadores são realizadas pelas equipes gestoras, e as ações são realizadas com intuito de avaliar se há necessidade de antecipar ou adiar o cronograma da mudança nas UF's referentes aos seus blocos de classificação no que concerne o ano de 2017 e 2019 o monitoramento dos blocos foi acompanhado de 12 reuniões que envolve

o SVO, representante de indústrias, setor produtivo, para tanto todos que participam dessas reuniões podem fazer propostas e expor suas opiniões sempre almejando delinear melhores estratégia (PNEFA, 2017).

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Fontes de dados

As bases de dados utilizadas foram: Scientific Electronic Library Online (SciELO), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Organização Mundial da Saúde Animal (OIE), Organização Panamericana da Saúde (OPAS), Departamento de Saúde Animal (DSA) Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural RS (SEAPDR), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária, consultadas entre julho e agosto de 2021. Foram selecionados os artigos com filtro dos últimos 10 anos contendo os termos “PNEFA e febre aftosa” que fossem relevantes para o contexto atual da doença no país e a atividade do programa de erradicação e prevenção da febre aftosa. Nenhum filtro de idioma foi aplicado à pesquisa. A contagem múltipla (duplicação) das publicações foi rastreada e excluída.

Para todos os artigos, o texto completo foi obtido e analisado.

2.2 Extração de dados

Em todos os estudos publicados, a seção de materiais e métodos foi cuidadosamente lida e analisada, independentemente do tamanho e da significância estatística da amostragem, ou mesmo dos protocolos adotados de testes empregados.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o termo de busca “febre aftosa” obteve-se 23 publicações e “PNEFA” cinco publicações, estas publicações se repetiam quando se usava o termo de busca “Febre aftosa e PNEFA” em um total de 23 publicações indexadas variando entre os anos 2011 a 2021. Das bases de dados oficiais obteve-se: 10 trabalhos do MAPA, um trabalho da SEAPDR, duas publicações do IBGE, dois trabalhos publicados na Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária, duas publicações na Scielo, três trabalhos da OIE, uma publicação da OPAS, um trabalho do DAS e um trabalho da SEAPDR.

A febre aftosa é uma doença que afeta seriamente a pecuária, interrompendo o comércio regional e internacional de animais e produtos animais, causando grandes impactos econômicos, visto que um dos principais pilares da economia brasileira é a pecuária. Estima-se que a doença circule em 77% da população mundial de gado na África, Oriente Médio e Ásia, bem como em uma área limitada da América do Sul.

O estado do Mato Grosso conta com a maior participação na exportação de bovinos

do Brasil (Tabela 1), sendo de 22,6% em 2020 (SECEX, 2020).

Unidades da Federação	Toneladas anuais	%
Mato Grosso	106 723	22,6
São Paulo	90 302	19,1
Goiás	78 188	16,5
Minas Gerais	49 415	10,4
Mato Grosso do Sul	42 732	9,0
Rondônia	38 488	8,1
Pará	23 776	5,0
Tocantins	21 892	4,6
Rio Grande do Sul	14 890	3,1
Demais UFs	6 540	1,4

*Agregado das UF's com participação menor que 1,0%.

Tabela 1. Exportação de carne bovina *in natura*, por Unidades da Federação nos quatro trimestres de 2020.

Fonte: Secretaria de Comércio Exterior, SECEX/SECINT/ME (2020).

O Brasil conta com a produção de 34,8 bilhões de litros de leite (IBGE, 2019), sendo um alimento muito nutritivo e muito importante para a economia, desde seu consumo quanto na produção de derivados. Quando infectado, a febre aftosa pode ser transmitida através do leite (e outras excreções) para outros animais e também para os humanos. Animais infectados também apresentam agalactia, diminuindo drasticamente sua produção.

Embora a febre aftosa ocorra principalmente em animais domésticos (bovinos, bubalinos, suínos, ovinos e caprinos), a doença é capaz de afetar qualquer animal biangulado, selvagem, estes poderiam servir como reservatório do vírus, no entanto os camelídeos (camelos, dromedários, lhamas, vicunhas e alpacas) apresentam baixa suscetibilidade à infecção (OIE, 2018).

No entanto, os humanos apresentam um risco de suscetibilidade desprezível à infecção pelo vírus. Entretanto, foram descritos raros casos de doença ocupacional, de caráter benigno, com febre e lesões vesiculares na boca e nas mãos de ordenhadores e indivíduos que manipularam carcaças ou vírus em laboratório (PATRÍCIO, 2007).

Segundo Robattini (2019) a taxa de morbidade durante surtos de febre aftosa pode chegar a 100% em animais suscetíveis, por outro lado, a taxa de mortalidade é geralmente baixa, cerca de 2% dos animais adultos e 20% dos jovens, no entanto podem variar conforme a virulência da amostra envolvida e a suscetibilidade da espécie, como ocorreu, em 1997, em um surto que acometeu suínos em Taiwan, com taxas de 18% de mortalidade

em adultos e cerca de 100% em leitões.

Os dados epidemiológicos de febre aftosa dos países que compõem o Mercosul, a partir do ano 2000, foram retratados nos relatórios epidemiológicos demonstrados na Tabela 2, com representação da ocorrência de surtos, nestes também notamos que o *status* muda nos anos 2017 e 2018 por ocorrência da introdução do vírus na Colômbia, no entanto, o ano 2019 não apresentou nenhum registro nesses países (COSALFA, 2019).

Países	Nº de ocorrência de surtos	Ano
Argentina	4	2001, 2002, 2003, 2006.
Bolívia	4	2001, 2002, 2003, 2007.
Brasil	4	2001, 2004, 2005, 2006.
Chile	0	-
Colômbia	8	2001, 2002, 2004, 2005, 2008, 2009, 2017, 2018.
Equador	11	2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011.
Guiana	0	-
Panamá	0	-
Paraguai	4	2002, 2003, 2010, 2011.
Peru	1	2004.
Suriname	0	-
Uruguai	1	2001
Venezuela	12	2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2013

Tabela 2. Dados epidemiológicos registrados em relatórios de ocorrência de surtos nos países Mercosul entre os anos de 2001 a 2019.

Fonte: Os autores, baseados na CONSALFA (2019).

Não foi registrado foco de febre aftosa no Brasil em 2021 e o país segue sem ocorrências da doença desde abril de 2006. Foram atendidas e registradas no Sistema Continental de Vigilância Epidemiológica (SivCont) 1.138 notificações com sintomas compatíveis com doença vesicular. Dessas, 629 foram descartadas para febre aftosa pelo diagnóstico clínico-epidemiológico, e 509 foram descartadas por meio de diagnóstico laboratorial. Os diagnósticos clínico-epidemiológicos ou laboratoriais confirmados para diagnóstico diferenciais, foram 14 casos de estomatite vesicular, 57 casos de senecavírus A, 11 de ectima contagioso, nove de poxvírus, 40 de pododermatites, seis de pseudovariola, 384 de lesões traumáticas, dois de doenças bacterianas ou micóticas, nove de fotossensibilização e seis de intoxicação (MAPA, 2021).

Os países atualmente livres da Febre Aftosa permanecem sob constante ameaça com a entrada da doença. 75% dos custos atribuídos ao controle e prevenção da febre

aftosa são incorridos por países de baixa e média baixa renda. A África e a Eurásia são as regiões que incorrem nos custos mais elevados, representando 50% e 33% dos custos totais, respectivamente. A taxa de morbidade pode ser tão alta quanto 100% em populações de gado suscetíveis (OIE, 2021).

Atualmente no Brasil a doença está ausente, tendo oficialmente registrado a última ocorrência em 2006 nos estados do Mato Grosso do Sul e Paraná. No ano de 2021, o país encontra-se em transição de zonas livres de febre aftosa com vacinação para livre sem vacinação, está previsto no Plano Estratégico do Programa Nacional de Vigilância para a Febre Aftosa (PE PNEFA), conforme estabelecido pelo Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA) (MAPA, 2021).

A meta para que todos os estados do Brasil se torne totalmente livres de febre aftosa sem vacinação é até 2026 (OIE, 2021). Seis estados receberam reconhecimento internacional no dia 27 de maio de 2021 para áreas livres de Febre Aftosa sem vacinação, sendo eles os estados do Rio Grande do Sul, Rondônia, Acre, Paraná e partes do Amazonas e do Mato Grosso foram. O reconhecimento foi concedido pela Organização Mundial de Saúde Animal (OIE) durante a 88ª Sessão Geral da Assembleia Mundial dos Delegados da OIE.

No entanto, esses estados devem reforçar as defesas para que se cumpram as normas e diretrizes da OIE, haja visto que, 40 milhões de animais não serão vacinados e isso retrata 80% do rebanho nacional (MAPA, 2020).

4 | CONCLUSÃO

Atualmente o Brasil se encontra sem foco da doença desde 2006 e possui a meta de até o ano de 2026 de se tornar livre de febre aftosa sem vacinação. Para continuar controlando a febre aftosa no país, o empenho e participação do produtor é imprescindível. A vacinação correta contra a febre aftosa de bovinos e búfalos, de acordo com o calendário nacional nas áreas com vacinação é essencial para a prevenção da Febre Aftosa.

Em caso de suspeita da doença como lesões na boca ou nos pés, ou outros sinais típicos da doença, o Serviço Veterinário Oficial precisa ser imediatamente notificado para que haja o impedimento da difusão da doença, reduzindo o tempo e aporte financeiro destinado a erradicação da Febre Aftosa.

Tendo em vista que estamos no meio desse processo de transição, não temos resultados conclusivos quanto ao sucesso do plano, no entanto, estamos tendo êxito, todos os casos suspeitos de febre aftosa tiveram resultados negativos. Sendo necessário que haja um comprometimento cada vez maior das partes envolvidas neste processo.

Acredita-se que um número superior de trabalhos, quando comparados ao resultado desta pesquisa (n=23), referente a febre aftosa serão produzidos no intuito de acompanhar a implantação de todas as áreas sem vacinação e livres de aftosa.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Programa Nacional de Erradicação e Prevenção da Febre Aftosa**: Plano Estratégico 2017-2026. Brasília/DF, agosto, 2018.

BRASIL. Programa Nacional de Erradicação e Prevenção da Febre Aftosa: **Relatório Anual**. Ano Base 2007 Departamento de Saúde Animal. Brasília, DF, março de 2008.

BORTOT, D.C.; ZAPPA, V. Febre Aftosa – Revisão de literatura. **Revista científica eletrônica de medicina veterinária**, vol. 11 n.20. ISSN 1679-7353 acesso em: 25 jul. 2021.

ESPESCHIT, I.F.; SANTANA, C.M.; MOREIRA, Maria Aparecida Scatamburlo, Public Policies and One Health in Brazil: The Challenge of the Disarticulation, **Frontiers in Public Health**, v. 9, 2021.

IBGE. Estatística da produção pecuária. Indicadores Disponível em: <https://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Fasciculo_Indicadores_IBGE/abate-leite-couro-ovos_202004caderno.pdf> acesso em: 25 Jul. 2021.

FIGUEIREDO, A. *et al*, História da Febre Aftosa no Brasil, **REVISTA CIENTÍFICA ELETRÔNICA DE MEDICINA VETERINÁRIA** -ISSN: 1679-7353 [s.l.], [s.d.].

OIE. Organización Mundial de Sanidad Animal. Fiebre aftosa - OIE - Organización Mundial de Sanidad Animal. Disponível em: <<https://www.oie.int/es/enfermedad/fiebre-aftosa/>>. Acesso em: 3 Aug. 2021.

GARCIA, D.C.C. *et al*, Impactos do surto de febre aftosa de 2005 sobre as exportações de carne bovina brasileira. **Ciência Animal Brasileira**, v. 16, n. 4, p. 525–537, 2015.

IBGE - **AGÊNCIA DE NOTÍCIAS**, PPM 2019: após dois anos de queda, rebanho bovino cresce 0,4%, [ibge.gov.br](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/29163-ppm-2019-apos-dois-anos-de-queda-rebanho-bovino-crece-0-4), disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/29163-ppm-2019-apos-dois-anos-de-queda-rebanho-bovino-crece-0-4>>, acesso em: 25 Jul. 2021.

IMPrensa NACIONAL. INSTRUÇÃO NORMATIVA No 50, DE 24 DE SETEMBRO DE 2013 - Imprensa Nacional. Disponível em: <https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/31061237/do1-2013-09-25-instrucao-normativa-n-50-de-24-de-setembro-de-2013-31061233>. Acesso em: 30 ago. 2021.

MAPA. **Plano estratégico 2017-2026**: Programa Nacional de Erradicação e Prevenção da Febre Aftosa - PNEFA - Brasília/DF- setembro, 2017.

MAPA. INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 48, DE 14 DE JULHO DE 2020. DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2020.

MAPA. **Programa Nacional de Erradicação e Prevenção da Febre Aftosa**: Informe Anual do Brasil para 47° COSALFA. Departamento de Saúde animal. Brasília, março de 2020.

MAPA. Plano Estratégico do PNEFA 2017-2026 (Verão 2019). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/saude-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/febre-aftosa/plano-estrategico-pnefa-2017-2026>.

MAPA. Ministério da Agricultura define novas diretrizes de vigilância para prevenção e erradicação da aftosa. Secretaria de Estado, Pecuária e Abastecimento, Goiás, 23 de julho de 2020. Disponível em: <<https://www.agricultura.go.gov.br/comunica%C3%A7%C3%A3o/not%C3%ADcias/3378-minist%C3%A9rio-da-agricultura-define-novas-diretrizes-de-vigil%C3%A2ncia-para-preven%C3%A7%C3%A3o-e-erradica%C3%A7%C3%A3o-da-aftosa.html>>

MAPA. Relatório anual do Programa Nacional de Erradicação da Febre Aftosa. Departamento de Saúde Animal, Brasília, março de 2008. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/arquivos-das-publicacoes-de-saude-animal/programa-nacional-de-erradicacao.pdf>> acesso em: 25 Jul. 2021.

OPAS, Panaftosa. Compromisso com a Erradicação da Febre Aftosa nas Américas desde 1951. Rio de Janeiro, 2018, 24 p.

PANAFTOSA compromisso com a erradicação da Febre Aftosa nas Américas desde 1951, disponível em: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52125/panaftosacompromisso_por.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, acesso em: 25 Jul. 2021.

PANAFTOSA, OPS. **Informe da situação dos Programas de Erradicação da Febre Aftosa na América do Sul e Panamá:** Organização Panamericana de Saúde OPS/OMS, Rio de Janeiro, 2020.

PATRICIO, B.E. Febre Aftosa em humanos. Um caso no Chile. **Revista Chile Infect**, 2017 pg 160-163.

ROBATTINI, A. J; Febre Aftosa: Revisão Bibliográfica E Estudos dos Efeitos da Vacina em Bovinos. Porto Alegre, 2019/1.

SEAPRD. Febre Aftosa - Orientações técnicas. Disponível em: <<https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/201710/10153339-folder-febre-aftosav3.pdf>>. acesso em: 25 Jul. 2021.

ZAPPA, V; BORTOT, D. C; Febre Aftosa: Revisão de Literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária e Zootecnia de Garça** - FAMED/FAEF e Editora FAEF, XI, 20 de janeiro de 2013.

CAPÍTULO 2

ANÁLISE TEMPORAL DE REGIÕES COM POTENCIAL AGRÍCOLA NA BAIXADA FLUMINENSE (1994-2019)

Data de aceite: 21/09/2021

Data de submissão: 06/07/2021

Vitória Côrtes da Silva Souza de Oliveira

Bolsista FAPERJ 2018/2020, Discente do Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica, Departamento de Engenharia, IT/UFRRJ Seropédica/RJ
<http://lattes.cnpq.br/5146603776027224>

Anderson Gomide Costa

Eng. Agrícola, Professor Doutor, Departamento de Engenharia IT/UFRRJ Seropédica/RJ
<http://lattes.cnpq.br/6959807888629144>

Rafael Alvarenga Almeida

Eng. Agrícola, Professor Doutor, Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia/UFVJM Teófilo Otoni/MG.
<http://lattes.cnpq.br/8152873933826249>

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho analisar as modificações do uso e cobertura do solo na região da baixada fluminense com ênfase na classe de potencial para atividades agrícolas entre o período de 1994 à 2019 com base na classificação supervisionada máxima-verossimilhança, utilizando imagens obtidas pelo satélite Landsat 5 TM e Landsat 8 OLI. As imagens utilizadas foram adquiridas a partir do banco de dados da USGS com as devidas correções radiométricas e geométricas pré-processadas pelo sistema, com percentual de

cobertura de nuvens menor que 10%. As cenas analisadas foram obtidas em 06/1994, 06/2004, 02/2014 e 02/2019. Um classificador baseado na máxima-verossimilhança foi utilizado para distinção de 4 classes em função do uso do solo: Região urbana, região agricultável, mata nativa e outras áreas (solo exposto e hidrografia). Para treinamento do classificador foram utilizadas 35 amostras (polígono retangular de 4x3 pixels) de cada região para e outras 50 amostras foram utilizadas para teste de validação do classificador. O desempenho do classificador foi mensurado por meio da exatidão global e pelo índice Kappa. A partir dos resultados concluiu-se que as classificações realizadas foram melhores que o acaso, sendo o índice kappa significativos a 5% pelo teste z para todos os anos analisados ($K_{1994} = 0,89$, $K_{2004} = 0,94$, $K_{2014} = 0,83$ e $K_{2019} = 0,86$). A comparação das classificações do uso do solo nas quatro épocas analisadas, demonstram uma variação de 3,14% nas regiões com potencial para atividade agrícola no período entre 1994 e 2019, indicando uma estabilização das áreas destinadas a agricultura no período entre 1994 e 2019 na baixada fluminense. Adicionalmente, pôde-se observar avanço da região urbana (aumento de 10,55%) e redução das áreas de mata nativa (9,60%).

PALAVRAS - CHAVE: sensoriamento remoto; classificadores supervisionados; áreas antrópicas agrícolas.

TEMPORAL ANALYSIS OF REGIONS WITH AGRICULTURAL POTENTIAL IN THE LOWLANDS OF FLUMINENSE (1994-2019)

ABSTRACT: The objective of this study was to analyze changes in land use and land cover in the lowland region of Rio de Janeiro, with emphasis on the potential class for agricultural activities between the period 1994 to 2019 based on the supervised maximum-likelihood classification, using images obtained by the satellite Landsat 5 TM and Landsat 8 OLI. The images used were acquired from the USGS database with the appropriate radiometric and geometric corrections pre-processed by the system, with a percentage of cloud cover lower than 10%. The analyzed scenes were obtained on 06/1994, 06/2004, 02/2014 and 02/2019. A classifier based on maximum likelihood was used to distinguish 4 classes according to land use: urban region, arable region, native forest and other areas (exposed soil and hydrography). For training the classifier 35 samples (4x3 pixel rectangular polygon) from each region were used for and another 50 samples were used for the classifier validation test. Classifier performance was measured through global accuracy and the Kappa index. From the results, it was concluded that the classifications performed were better than chance, with the kappa index being significant at 5% by the z test for all years analyzed ($K_{1994} = 0.89$, $K_{2004} = 0.94$, $K_{2014} = 0.83$ and $K_{2019} = 0.86$). The comparison of land use classifications in the four periods analyzed shows a variation of 3.14% in regions with potential for agricultural activity in the period between 1994 and 2019, indicating a stabilization of areas destined for agriculture in the period between 1994 and 2019 in Rio de Janeiro. Additionally, it was possible to observe an advance in the urban region (increase of 10.55%) and a reduction in the areas of native forest (9.60%).

KEYWORDS: remote sensing; supervised classifiers; anthropic agricultural areas.

INTRODUÇÃO

O avanço da agricultura é de grande relevância para a sociedade sendo inicialmente uma atividade de subsistência e com o passar do tempo, aliada ao progresso do mercado passou a se tornar um fator econômico relevante. Sendo essa, um dos principais pilares da economia brasileira, a agricultura, vem evoluindo desde as monoculturas até as mais variadas commodities agrícolas atuais. Essa evolução deve-se pelos processos de industrialização, aumento e modernização da comunidade, com fins de desenvolvimento do comércio, durante o século XX (SILVA, 2011).

O conhecimento do uso da terra e, em específico a identificação de áreas com atividades agrícolas, é um parâmetro importante para o planejamento de áreas rurais, verificação do desenvolvimento econômico de uma região, além de ser uma importante informação para a tomada de decisão de políticas públicas (CUNHA et al., 2012; LANDAU et al., 2014).

A baixada fluminense, localizada na região metropolitana do estado do Rio de Janeiro, é vista como um potencial polo de desenvolvimento agrícola do estado do Rio de Janeiro por apresentar disponibilidade de água e áreas para o cultivo, malha viária acessível para o escoamento da produção e um grande mercado consumidor local por

estar localizada próximo a capital do estado.

O sensoriamento remoto tem se apresentado como uma alternativa eficaz para a avaliação e monitoramento de regiões uma vez que o uso de técnicas relacionadas, permite a aquisição de parâmetros de forma precisa e muitas vezes em tempo real (FLORES et al., 2012), além de permitir trabalhar com a reflectância da superfície em diferentes faixas espectrais, e por meio dessa informação, pode-se obter dados conclusivos de acordo com a correlação do problema em questão (GONG, 2012).

O uso de técnicas de sensoriamento remoto mostra-se eficiente pois permite a obtenção de dados sobre o espaço-temporal e viabiliza a identificação de mudanças ocorridas relacionadas ao uso e ocupação do solo. A interpretação de cenas de satélites viabiliza a construção de mapas temáticos das variáveis geográficas de um determinado local estudado (RODRÍGUEZ, 2005).

As imagens do satélite Landsat, são comumente utilizadas para este fim por apresentar vantagens como a aquisição das imagens de forma gratuita, viabilizando a aplicação de uma metodologia de baixo custo e com alta resolução espacial e espectral.

A classificação de imagens digitais de satélites é uma ferramenta para monitorar regiões por meio da avaliação de mapas espaciais e temporais. A análise temporal pode ser aplicada para o acompanhamento do uso do solo ao longo do tempo e avaliação da ocupação de regiões e monitoramento de eventos naturais (FLORES et. al, 2012).

Um dos principais métodos utilizados na classificação de determinada área é o método da Máxima-Verossimilhança. Sua utilização faz-se perante o uso da estatística, para o cálculo do diagrama de dispersão das classes, e sua distribuição de probabilidade por meio das amostras de treinamento. Cria-se, portanto, um limiar de decisão para classificação de cada pixel com base na probabilidade de pertencer aquela classe (PEREIRA; JUNIOR, 2017).

A análise temporal tem sido aplicada para o acompanhamento do uso da terra ao longo do tempo e avaliação da ocupação de regiões e monitoramento de eventos naturais (SANTOS et. al, 2017) sendo esta, um recurso muito utilizado para estudos das áreas e avaliações de variação do uso e cobertura do solo e muito importante para ajuda em planejamentos e tomadas de decisões (SOARES,2019).

Dentro deste contexto objetivou-se analisar as modificações do uso e cobertura do solo na região da baixada fluminense com ênfase na classe de potencial agrícola entre o período de 1994 à 2019 com base na classificação supervisionada máxima-verossimilhança, utilizando imagens obtidas pelo satélite Landsat 5 TM e Landsat 8 OLI.

MATERIAL E MÉTODOS

A região analisada foi formada pelos municípios da baixada fluminense, localizada na região metropolitana do estado do Rio de Janeiro (Figura 1). A região em questão

apresenta uma extensão aproximada 2800 km² sendo composta pelos municípios de Duque de Caxias, Nova Iguaçu, São João de Meriti, Nilópolis, Belford Roxo, Queimados e Mesquita, localizados ao norte da cidade do Rio de Janeiro, os municípios de Magé e Guapimirim a leste da capital, e Itaguaí, Japeri, Paracambi e Seropédica ao oeste da capital do estado

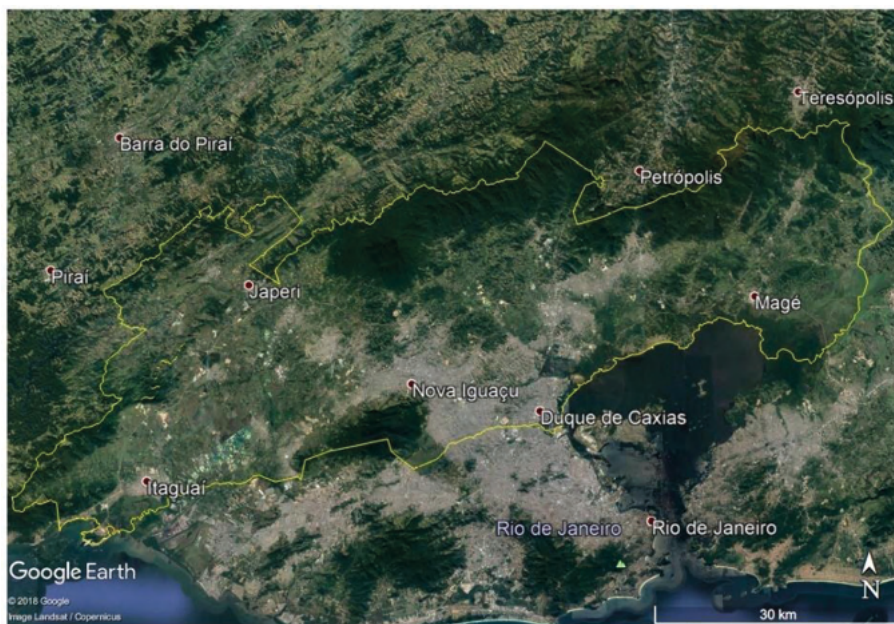


Figura 1. Localização da área de Estudo

Fonte: Google Earth (2018)

A evolução temporal da região estudada foi realizada com cenas disponibilizadas de forma gratuita no banco de dados da USGS (United States Geological Survey) com as devidas correções radiométricas e geométricas pré-processadas pelo sistema. Estas imagens correspondem a órbita/ponto 217/076.

As cenas dos anos de 1994 e 2004 possuem sistema de referência World Geodetic System 84 (WGS84), advindas do satélite Landsat 5 TM e as dos anos 2014 e 2019 possuem sistema de referência SIRGAS2000, advindas do satélite Landsat 8 OLI. Todas foram escolhidas pelo critério de baixa incidência de nuvens (inferior a 10%) para diminuir interferências climáticas na interpretação das imagens.

As datas de cada cena são: 27/06/1994, 22/06/2004, 10/02/2014 e 24/02/2019. Em ambos os satélites a resolução espacial de cada banda utilizada é de 30 metros. Foi realizada a composição colorida com as bandas multiespectrais (bandas 1 a 7 nos anos de 1994 e 2004 e bandas de 2 a 7 nos anos de 2014 e 2019). Em seguida foi feita a projeção

para um sistema de coordenadas e datum compatível com o interesse visto que as imagens do Landsat5 e Landsat8 são orientadas em norte verdadeiro, utilizando assim o datum SIRGAS 2000, fuso 23 do hemisfério Sul e sistema de coordenadas UTM. Por fim, foi feito o recorte da área utilizando o shapefile da região previamente obtido no software QGIS.

Neste trabalho utilizou-se a classificação supervisionada com o método da máxima-verossimilhança (MAXVER), que considera a ponderação das distâncias entre as médias dos valores dos pixels das classes, utilizando parâmetros estatísticos, definindo 4 classes (Região urbana, região agricultável, outras áreas e mata nativa). Em “outras áreas” temos solo exposto e hidrografias. Foram coletadas 35 amostras de cada classe para treinamento do classificador e cada uma destas correspondeu a um polígono retangular com 4x3 pixels. Estas amostras foram distribuídas em toda a área de estudo. A escolha da técnica de amostragem partida coleta de um grupo de pixels vizinhos (polígonos) com a menor área capaz de ser mapeada (Área Mínima Mapeável), definida como 1,0 hectare, ou seja, 12 pixels com 30 metros de resolução espacial (ALMEIDA, 2016).

Na Figura 2 é apresentado um resumo esquemático da sequência de procedimentos utilizados para a classificação das imagens.

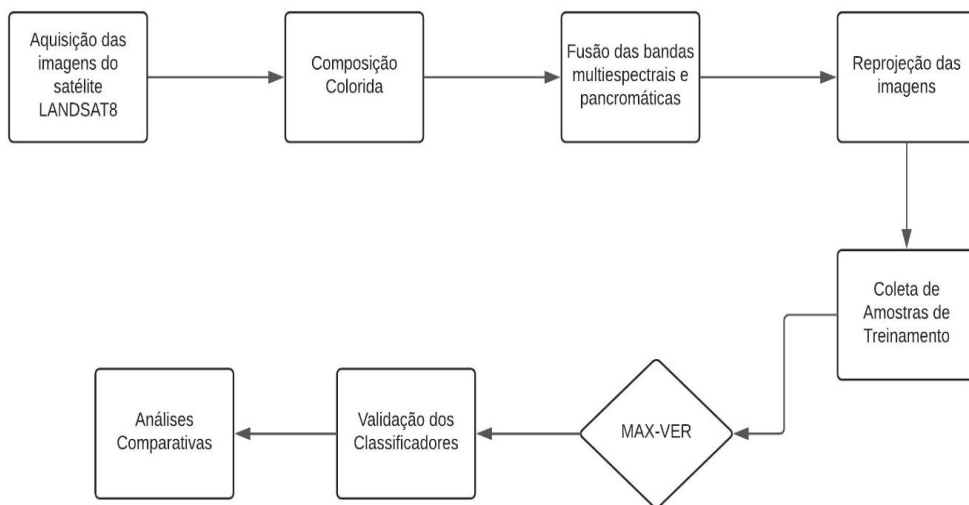


Figura 2. Sequência de processos utilizados para a classificação das imagens

Fonte: Autora (2020)

Para a validação da classificação foram gerados aleatoriamente 50 pontos e analisados na própria cena sobre cada classe pertencente. Vale ressaltar que esses 50 pontos não coincidem com nenhuma das 140 amostras coletadas anteriormente. Finalmente, após a validação, foi gerada a matriz de confusão de cada classificação para

análises de índices kappa, exatidão global e cálculo de porcentagem relacionados a cada área (CONGALTON, 1991). O índice Kappa foi calculado de acordo com a Equação 1.

$$K = \frac{Po - Pc}{1 - Pc} \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde,

Po = Proporção dos pontos concordantes em relação às classes.;

Pc = Proporção de pontos discordantes em relação às classes.

Landis e Koch (1977) definiram intervalos de classificação para o Índice Kappa, conforme apresentados pela Tabela 1.

Índice Kappa	Classificação
$K < 0,199$	Ruim
$0,200 < K < 0,399$	Razoável
$0,400 < K < 0,599$	Bom
$0,600 < K < 0,799$	Muito bom
$K > 0,800$	Excelente

Tabela 1. Classificação do índice Kappa (K) segundo Landis e Koch (1977)

Fonte: Adaptado de Landis e Koch (1977)

Outro índice utilizado para a validação da classificação foi a Exatidão Global (G), representada pela Equação (2).

$$\%G = \frac{\sum_{i=1}^M X_{ii}}{n} \quad \text{Eq. (2)}$$

Onde,

X_{ii} = Elementos da diagonal principal da matriz de confusão;

M = número de classes mapeadas;

n = número total de observações.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 3 temos a comparação visual dos 4 mapas gerados pelo classificador nos anos estudados. Todos esses se encontram na projeção UTM, os mapas dos anos 1994 e 2004 possuem datum WGS84 e os dos anos 2014 e 2019, SIRGAS2000.

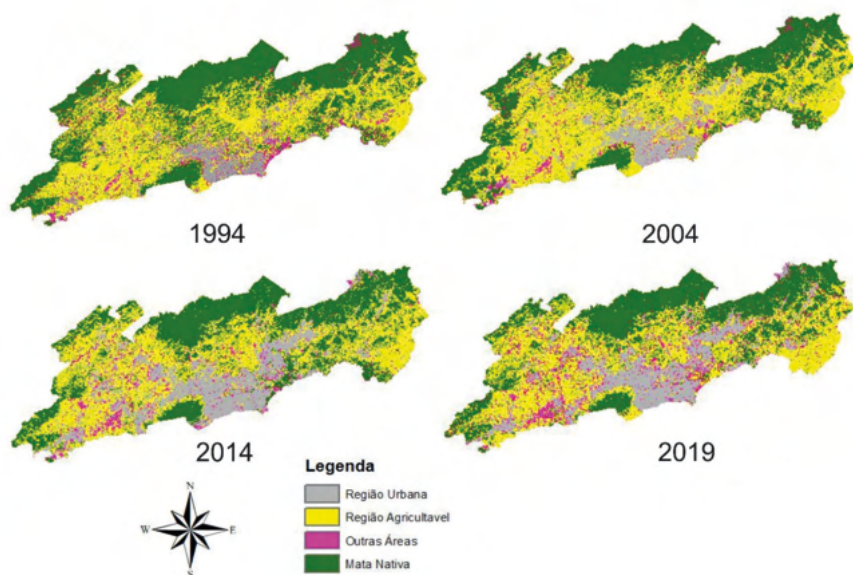


Figura 3. Mapas da região da Baixada Fluminense do Estado do Rio de Janeiro retratando a variação temporal por áreas aptas a agricultura, áreas urbanas, mata nativa e outras áreas (solo exposto e hidrografias).

Fonte: Autora (2020)

A expansão urbana é visualmente notória no decorrer dos anos estudados. A região com potencial agrícola teve um leve aumento de 1994 a 2004, depois estagnando nos anos seguintes. Todos os classificadores foram qualificados como excelentes de acordo com índice kappa LANDIS; KOCK (1977), apresentando exatidão global superior a 87% (Tabela 2). Esses resultados demonstram que a metodologia aplicada apresenta confiabilidade para a realização da análise de uso de solo na região da baixada fluminense.

Ano	Kappa	Exatidão Global (%)	Qualidade da classificação
1994	0,89	92,16	Excelente
2004	0,94	96,08	Excelente
2014	0,83	87,50	Excelente
2019	0,86	90,00	Excelente

Tabela 2. Índices de desempenho dos classificadores para cada cenário avaliado

Fonte: Autora (2020)

OLIVEIRA et al. (2019) também utilizou um classificador baseado na máxima-verossimilhança, porém com 50 amostras, apresentando também parâmetros de desempenho próximos aos obtidos neste trabalho.

Na Figura 4 são apresentadas as porcentagens obtidas em cada uma das regiões estudadas. Percebeu-se que na região apta a atividade agrícola, foco deste trabalho, houve um crescimento 3,89% de 1994 a 2004, decrescendo em 7,51% do ano de 2004 em relação a 2014 permanecendo estável para o cenário de 2019. Já na região urbana houve um aumento significativo entre os anos de 2004 e 2014. Observou-se também um decréscimo de 3,16% dessa mesma região no ano de 2019 em relação ao ano de 2014. Essa baixa variação pode ser atribuída a um erro de classificação e não necessariamente a redução real da área urbana. A classe Mata nativa apresentou uma redução progressiva ao longo dos anos, o que pode ser explicado pelo aumento da área urbana.

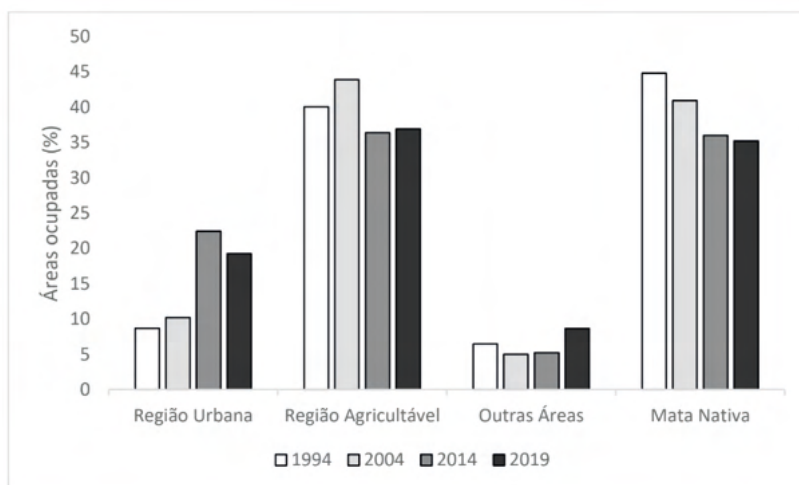


Figura 4. Dinâmica da ocupação do solo na baixada fluminense, em porcentagem, dos anos 1994, 2004, 2014 e 2019 respectivamente.

Fonte: Autora (2020)

CONCLUSÕES

Com os resultados apresentados, foi possível obter considerações a respeito do uso e ocupação do solo na baixada fluminense detectando transformações ocorridas nesses 25 anos propostos. A comparação das classificações do uso do solo nas quatro épocas analisadas, demonstram uma variação de 3,14% nas regiões com potencial para atividade agrícola no período entre 1994 e 2019, indicando uma estabilização das áreas destinadas a agricultura no período entre 1994 e 2019 na baixada fluminense. Adicionalmente, pôde-se observar avanço da região urbana (aumento de 10,55%), redução das áreas de mata nativa (9,60%) e aumento de 2,17% de outras áreas (hidrografia e solo exposto).

AGRADECIMENTOS

À FAPERJ – Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro e à UFRRJ – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. A. **Modelagem hidrológica na bacia hidrográfica do rio Mucuri com a utilização do modelo SWAT**. 2016. 101 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa.

CONGALTON, R. G.; GREEN, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices**. Boca Raton, FL: Lewis Publishers. 1999. 137 p.

CUNHA, J. E. B. L.; RUFINO, I. A. A.; SILVA, B. B.; CHAVES, I. B. **Dinâmica da cobertura vegetal para a Bacia de São João do Rio do Peixe, PB, utilizando-se sensoriamento remoto**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 16, n. 5, p. 539-548, 2012.

FLORES, P. M.; GUIMARÃES, R. F.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GOMES, R. A. T. **Análise multitemporal da expansão agrícola no município de Barreiras-Bahia (1988-2008)**. CAMPO-TERRITÓRIO: revista de geografia agrária, v. 7, n. 14, 2012.

GONG, P. **Remote sensing of environmental change over China: A review**. Chinese Science Bulletin, v. 57, n. 22, p. 2793-2801. 2012.

LANDAU, E. C.; GUIMARÃES, D. P.; SOUSA, D. L. **Caracterização ambiental das áreas de concentração da agricultura irrigada por pivôs centrais na região do MATOPIBA**. In: Embrapa Milho e Sorgo. Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, 7., 2014, Aracaju. Geotecnologias: inovações e desenvolvimento: anais. Aracaju: UFS, 2014., 2015.

LANDIS, J.; KOCK, G. G. **The measurements of agreement for categorical data biometrics**. Washington, v. 33, n. 3, p. 159-179. 1977.

OLIVEIRA, V. C. S. S.; COSTA, A. G.; ALMEIDA, R. A. **Identificação de regiões com potencial agrícola na baixada fluminense a partir de imagens digitais do satélite landsat 8**. In: XLVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA - CONBEA 2019, anais eletrônicos. Campinas: UNICAMP, 2019.

PEREIRA, J. A. S.; JUNIOR, J. R. T. **Classificação supervisionada e saldo de radiação para discriminação de alvos de superfície no entorno do reservatório de Itaparica-PE**. Revista Brasileira de Cartografia, v. 69, n. 6, 2017.

RODRIGUEZ, A. C. M. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados na Análise da Legislação Ambiental no Município De São Sebastião (SP)**, 2005.

SANTOS, L. A. C. et al. **Análise multitemporal do uso e cobertura da terra em nove municípios do Sul do Tocantins, utilizando imagens Landsat**. Revista Agro@mbiente On-line, v. 11, n. 2, p. 111-118, 2017.

SILVA, J. C. **Os instrumentos do trabalho rural como testemunhos da modernização agrícola e do desenvolvimento socioeconômico do estado de São Paulo**, 2011.

SOARES, M. **Mapeamento de pastagens convertidas para agricultura no município de Silvânia-GO**. Revista Craibeiras de Agroecologia, v. 4, n. 2, 2019.

CAPÍTULO 3

APICULTURA DIDÁTICA: EXPERIÊNCIA SOBRE A VIVÊNCIA EM AGROECOLOGIA NO APIÁRIO DA UFRB

Data de aceite: 21/09/2021

Kayque Ramom Bezerra Pereira

Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias

Geni da Silva Sodré

Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias

Alane Amorim Barbosa Dias

Centro de Artes, Humanidades e Letras, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Journei Pereira dos Santos

Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Renecleide Viana dos Santos

Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

RESUMO: O presente trabalho trata-se de um relato de experiência sobre as atividades desenvolvidas durante a Vivência em Agroecologia no apiário da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, no Campus de Cruz das Almas-BA. O intuito principal do apiário é a criação racional de Abelhas Africanizadas

(*Apis mellifera*). A apicultura é considerada uma relevante atividade econômica para a agricultura familiar, pois além de proporcionar um aumento da renda através da comercialização do mel e dos subprodutos das abelhas, também potencializa a capacidade produtiva da unidade agrícola por meio de serviços ambientais, como, por exemplo, a polinização dos cultivos. A vivência teve como objetivo principal, acompanhar as atividades propostas apresentadas no plano de trabalho, relacionadas à limpeza do apiário, purificação, laminação e alveolação da cera, estruturação das colmeias, revisão das colmeias, alimentação das famílias, vivenciando as atividades do SOS Abelhas na captura de enxames, acompanhamento do enxame capturado, auxiliando as aulas práticas da disciplina Apicultura. Em termos de satisfação profissional, é possível considerar que a vivência contribuiu positivamente em diversos aspectos, pois é um momento de fundamental importância no processo de formação profissional, permitindo a troca de saberes, tendo como função integrar as atividades profissionais e promover a autonomia profissional.

PALAVRAS - CHAVE: *Apis mellifera*, extensão, criação de abelhas.

DIDACTIC APICULTURE: AN EXPERIENCE REPORT ABOUT THE EXPERIENCE IN AGROECOLOGIA IN THE UFRB APIARY

ABSTRACT: The present work is an experience report about the activities developed during the Experience in Agroecology in the apiary of the Federal University of Recôncavo da Bahia -

UFRB, at Cruz das Almas - Bahia Campus. The main purpose of the apiary is the rational breeding of Africanized Bees (*Apis mellifera*). The beekeeping is considered a relevant economic activity for family farming, as it not only provides an increase in income through the commercialization of honey and bee by-products, but also enhances the productive capacity of the agricultural unit through environmental services, such as, for example, the pollination of crops. The main objective of the experience was to accompany the proposed activities presented in the work plan, related to cleaning the apiary, purification, lamination and waxing of the hives, structuring the hives, reviewing the hives, feeding the families, experiencing the activities of SOS Abelhas: swarm capture, monitoring of the captured swarm, assisting the practical classes of the beekeeping discipline. In terms of job satisfaction, it is possible to consider that the experience contributed positively in several aspects, as it is a moment of fundamental importance in the process of professional formation, allowing the exchange of knowledge, having as its function to integrate professional activities and promote professional autonomy

KEYWORDS: *Apis mellifera*, extension, bee keeping.

INTRODUÇÃO

A apicultura é considerada uma relevante atividade econômica para a agricultura familiar, pois proporciona um aumento da renda através da comercialização do mel e dos subprodutos das abelhas: geleia real, pólen, própolis, cera, apitoxina. Outro papel importante desempenhado por esta atividade é a prestação de serviços ambientais, como, por exemplo, a polinização, que integra os processos de produção de frutos e sementes de diversos cultivos, contribuindo assim para a segurança alimentar, tendo em vista que a maioria das espécies vegetais não produz frutos e sementes se não forem visitadas pelas abelhas. (Costa, 2007)

A polinização realizada pelas abelhas contribui para manutenção da biodiversidade silvestre, bem como propicia a geração de renda e fixação da família no meio rural, contribuindo para o aumento na renda familiar.

O fator preponderante para escolha da atividade apícola como Vivência em Agroecologia, é a sua aderência interdisciplinar. Essa passeia por diversos campos do saber, rompendo à perspectiva *academicista* na construção do diálogo entre a universidade e a comunidade, evidenciando assim, a práxis transformadora, considerando a ancestralidade, as bases epistemológicas da Agroecologia.

No decorrer da vivência, foi possível partilhar conhecimentos em diversos momentos, desde o manejo com as abelhas, contato com apicultores, estudantes da disciplina apicultura, visitantes do apiário até o processamento dos produtos apícolas, tornando a experiência ainda mais proveitosa.

A vivência permitiu criar estratégias e compreender as necessidades e especificidades dos processos de produção e de promoção do desenvolvimento rural no âmbito das Unidades de Produção Familiar. Nessa perspectiva Costa (2007) destaca que a

atividade apícola, contribui para a promoção de emprego, melhoria da renda das famílias, proporcionando melhores condições de vida potencializando a biodiversidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho trata-se de um relato de experiência sobre as atividades desenvolvidas durante o período de abril a julho do ano corrente, no apiário da Fazenda Experimental do CCAAB na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). As atividades externas foram realizadas nas comunidades rurais e áreas urbanas do município de Cruz das Almas, localizado na porção sul da região do Recôncavo, no estado da Bahia.

O setor apícola é composto basicamente por duas unidades pedagógicas de ensino: O Laboratório de Apicultura, onde podemos encontrar diversos equipamentos apícolas dentre os quais é possível citar: laminador, cilindro alveolador, carretilhas, lupas, microscópios, vestimenta apícola, estufa, móveis e equipamentos eletrônicos, onde são realizadas as atividades prática e o Apiário. Este é do tipo fixo, situado em galpão no qual estão alojadas vinte e cinco famílias de abelhas africanizadas e materiais apícolas como: colmeias, núcleos, fumigador, mesa desoperculadora, centrífuga, decantador, garfo desoperculador, formão, dentre outros materiais.

Por motivos de segurança, durante as atividades desenvolvidas no apiário foram indispensáveis o uso dos equipamentos de proteção individual (EPIs) bem como o uso do fumigador para auxiliar as atividades de manejo das colônias.

Dentre as principais atividades desenvolvidas na vivência é possível destacar: A captura de enxames, palestras participativas, manejo das colônias e manutenção do apiário.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fernandes (2005) destaca que muitos profissionais das áreas ligadas às ciências agrárias concluem seu curso superior sem uma experiência prévia de campo. Enquanto diversos agricultores espalhados por todo o território nacional possuem assistência técnica deficitária. Há falta de profissionais e recurso para atendimento às famílias rurais do Brasil.

Nesse sentido, a vivência além de proporcionar um momento aprendido proporciona ao estudante a experiência de praticar e aprender novas atividades. Dentre as atividades desenvolvidas é possível destacar a limpeza das instalações do apiário. Esta se desenvolvia uma vez na semana. No decorrer das atividades era indispensável equipar-se com a Indumentária Apícola. Em seguida realizavam-se as tarefas programadas como: Limpeza das instalações, troca e reposição da água dos cavaletes para evitar ataques de predadores, organização dos quadros usados nos ninhos e nas colmeias. A função principal da limpeza do apiário visava proporcionar um ambiente mais arejado além de

contribuir com a organização do espaço facilitando assim a execução das atividades de manejo das colônias.

A purificação da cera é outra técnica de importância primordial para o manejo das colmeias. Esta ocorre de várias formas, entretanto nas instalações da UFRB é utilizado o processo artesanal, no qual a cera é colocada em uma vasilha com água fervente para que ocorra o derretimento da mesma, neste momento utilizam-se luvas térmicas de proteção evitando-se possíveis queimaduras. Em seguida, a cera é coada em uma peneira plástica ou metálica para retenção das partículas sólidas. Esse material fica em repouso por 24 horas, para ser usado posteriormente no processo de laminação.

Um segundo processo de purificação foi também utilizado, no qual se colocava a cera bruta dentro de um saco de tecido poroso o mesmo era inserido em um recipiente com água fervente onde a cera purificada era liberada do saco. Como a densidade da cera é menor que a densidade da água a mesma ficava na superfície onde era coletada para posterior trabalho de laminação e alveolação. Devido ao valor agregado aos produtos da colmeia na produção, a purificação da cera é indispensável, pois contribui para a qualidade dos produtos das abelhas, além de ser considerada uma técnica de manejo. (BARROS; NUNES; COSTA, 2009).

O Processo de Laminação e Alveolação da Cera é um procedimento realizado no Laboratório de Apicultura. Para execução desta atividade utilizou-se a cera purificada, um laminador, tábua padronizada, balde com água e faca. A priori, as tábuas devem ser colocadas dentro de um recipiente com água na véspera do procedimento. No dia seguinte, a cera é colocada em ponto de fusão por meio de um equipamento elétrico que faz o procedimento em banho-maria. Em seguida a tábua é inserida dentro da cera derretida, após emerge-a com a cera na água. Posteriormente retira-se a lâmina de cera e conduzia-se ao cilindro alveolador, obtendo-se assim uma lâmina de cera alveolada, que tem como objetivo otimizar o trabalho das abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) durante a construção dos favos, assim como controlar o nascimento dos zangões.

No preparo de uma nova colônia, a estruturação das colméias é de suma importância, pois consiste em arrumar a colmeia para receber as abelhas. Para isso foi utilizado dez caixilhos (estrutura de madeira) onde era colocado arame que servia de suporte para cera alveolada que era inserida no núcleo de captura ou colmeia Longstroth. A cera alveolada era fixada no arame com carretilha ou incrustador elétrico.

Após a recepção das abelhas nas colmeias é feita a revisão das colméias que consistem em verificar a situação das famílias de abelhas, no que diz respeito a condições da rainha, a necessidade de reposição de quadros com cera alveolada, alimentação etc.

Com a escassez da florada, ou seja, pouco alimento em campo para forragear, ocorre o enfraquecimento das colméias, ocasionando a baixa produtividade do mel e outros produtos, sendo assim, em relação às famílias mais fracas recomenda-se a união. Para a realização desta técnica, utilizei duas famílias de abelhas fracas com baixa população

de abelhas. Orfanou-se uma das famílias de abelhas que estava mais fraca, em seguida fora utilizada uma folha de jornal onde foi colocado mel em ambos os lados, este jornal foi colocado sobre a colmeia com rainha. Neste momento, o jornal já embebido com mel será responsável pela união das famílias, pois as abelhas envolvidas com o mel aceitam as abelhas da outra colméia como se fossem da mesma família.

A alimentação artificial é uma atividade necessária quando ocorre a falta de alimento em campo para as abelhas, ou seja, deficiência de flores no pasto apícola, no verão onde ocorre pouca ou quase nenhuma florada, o que poderia contribuir para a enxameação. Desta maneira, oferta-se uma alimentação a base de carboidrato que será usado como suporte na construção dos favos e proteína que contribui no aumento da postura pela rainha.

A utilização desta suplementação só poderá ser fornecida por um período determinado, até que se restabeleça a flora da região, pois o mel produzido durante o fornecimento das rações não deve ser comercializados, tendo em vista que o produto mel corresponde tão somente ao composto formado a partir do néctar das flores e de secreções produzidas pelas partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que estão sobre as espécies vegetais e que após recolhido pelas abelhas passam por processo de transformação com combinação de substâncias específicas próprias sendo em seguida armazenando para que ocorra o processo de maturação (BRASIL, 2000).

A alimentação a base de carboidratos é preparada basicamente utilizando açúcar e água em uma proporção de um para um, ou seja, 1 litro de água para 1 quilograma de açúcar, em seguida mistura-se esses ingredientes e leva-se ao fogo até virar um xarope. A alimentação protéica é composta a base de proteína vegetal (Levedura de cerveja, farinha de milho, farelo de soja, leite de soja, açúcar e mel).

Durante o período de vivência foi possível acompanhar as Atividades do SOS Abelhas, que consistia basicamente em Captura de enxames. Diariamente o SOS Abelhas fica atento aos chamados da comunidade em geral para demandas de captura de abelhas que coloquem em risco a população bem como risco a próprias abelhas. As solicitações são realizadas ao Projeto de Extensão SOS Abelhas da UFRB, que atende ao Município de Cruz das Almas - BA, bem como localidades situadas a uma distância em torno de cinquenta quilômetros da sede do município, sem nenhum custo adicional para o requerente. As capturas normalmente são realizadas durante o dia ou a depender da emergência em que a população esteja exposta a risco iminente de ataques pelo enxame. Entretanto, os horários ideais para recolher os enxames capturados devem ocorrer preferencialmente no final da tarde. Os enxames capturados seguem para o apiário da UFRB, onde posteriormente serviram de ferramenta para aulas práticas da disciplina apicultura.

Visando atuar na tríade da impulsionada pela Universidade - Ensino, Pesquisa e Extensão, trabalhou-se no desenvolvimento de cursos, palestras e exposições para conservação das abelhas, visando promover espaços de trocas de saberes, realizamos

diversas atividades fora do espaço físico do estágio, promovendo cursos sobre a Criação racional de Abelhas, conservação de abelhas e visitas em comunidades para promover palestras e técnicas sobre os cuidados com abelhas.

Uma atividade de fundamental importância desenvolvido no íterim da experiência foi a participação no II CCAAB na Praça. Esta atividade prática pedagógica aplicada na praça constitui basicamente em um diálogo de sensibilização da população sobre a importância dos polinizadores para os seres humanos e para o meio ambiente.

Durante a atividade foi apresentado uma colmeia de observação, mostrando o comportamento das abelhas. Além disso, foram abordadas as técnicas para a criação racional das abelhas bem como os equipamentos que um apicultor deve utilizar; como ele deve instalar o apiário, quais as normas técnicas ele deve utilizar, altura em relação ao solo das caixas matriz, distância entre caixas, posição das caixas, quantidade de caixas em determinada área.

Enfatizou-se a importância do uso da caixa de abelha Langstroth, a história dela, quem a desenvolveu, como ela facilita o manejo das abelhas, como ela deve ser usada, os componentes da mesma, a melgueira, o coletor de própolis, os quadros e o espaço abelha. Ainda na parte de mostrar o manejo assim como os equipamentos, mostramos o fumigador que é utilizado para acalmar as abelhas, com o uso da fumaça.

O evento permitiu a troca de saberes entre discentes e docentes bem como com a comunidade externa, além de permitir a democratização do saber levando em consideração um dos pilares fundamentais da Universidade que é a extensão.

Dessa forma, a vivência possibilitou colocar em prática a teoria adquirida em sala de aula além de aplicar técnicas de manejo nas colônias, que contribuíram para otimização dos trabalhos realizados pelas abelhas, além de favorecer o desenvolvimento das colônias.

CONCLUSÕES

A vivência permitiu uma atuação interdisciplinaridade, pautada no estudo integrado dos fatos, possibilitando a atuação de forma correlata de distintas áreas do saber. Considerando a atuação humana constante e sua interação com o ambiente onde se insere as demandas sociais e a efervescência da necessidade de se reinventar em sua atuação, a integração da interdisciplinaridade evidencia uma compreensão da prática cotidiana de forma integrada e articulada.

Em termos de satisfação profissional, é possível considerar que a vivência contribui positivamente em diversos aspectos, pois é um momento de fundamental importância no processo de formação profissional além de permitir a troca de saberes, permitindo também a compreensão de momentos que vão além do que se aprende sala de aula, tendo como função integrar as atividades profissionais ainda, promover a autonomia profissional.

A experiência integra a associação entre teórica e prática, pois entendo que não

existe teoria sem prática e prática sem teoria, ambas andam juntas e é justamente essa práxis que dar respaldo para desempenharmos com segurança as atividades nos espaços de trabalho. Esta experiência contribuir para o surgimento de algumas inquietações que motivaram a continuidade no campo de investigação acadêmica.

A equidade de gênero na atividade apícola são os pontos norteadores que coadunam para dar continuidade às pesquisas, na busca incessante para romper alguns paradigmas, adotados por uma sociedade culturalmente não igualitária.

REFERÊNCIAS

BRASIL. M. A., **Pecuária e Abastecimento**. Instrução Normativa nº 11, 2000.

BARROS, Ana Isabel Ramos Novo Amorim de; NUNES, Fernando Hermínio Ferreira Milheiro; COSTA, Miguel Maia Ferreira da. **Manual de boas práticas na produção da cera de abelha: princípios gerais**. FNAP-Lisboa/PT. Agosto de 2009. Disponível em: http://fnap.pt/web/wp-content/uploads/documento_cnt_projectos_139.pdf. Acesso em 08/08/2019.

COSTA, P. S. C., “**Planejamento e Implantação de Apiário**” Viçosa-MG, CPT,2007.178p.

FERNANDES, B. M. Da “**clonagem**” à “**autofagia**”: o dilema da reforma agrária no Brasil. *Inpress*. 2005.

APLICAÇÃO DA NORMA ACI 313 (1997) NO DIMENSIONAMENTO DE SILOS MULTICELULARES ELEVADOS DE CONCRETO ARMADO PARA CAFÉ

Data de aceite: 21/09/2021

Data de submissão: 27/06/2021

Hellen Pinto Ferreira Deckers

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, ICA UFVJM
Unaí – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/0066067112109904>

Francisco Carlos Gomes

Universidade Federal de Lavras, – DEA UFLA
Lavras – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/9656483363249006>

RESUMO: Neste trabalho estabeleceu-se uma proposta de projeto estrutural de silos para café, considerando diferentes hipóteses de carregamento e descarga, a fim de contemplar o armazenamento a granel, movimentação e o transporte do produto, definindo assim, um modelo de silo multicelular de concreto armado vertical e elevado. O silo, com células geminadas tem capacidade para armazenar 1.500 sacas (132,35 m³) de café por célula, foi projetado com base na norma americana ACI 313 (1997), considerando a tremonha com formato em cunha. Com base nos resultados, determinou-se as áreas de armadura horizontais para as paredes do corpo do silo e da tremonha visando atender aos critérios de dimensionamento. Na região de transição entre as paredes do corpo do silo e da tremonha, de acordo com o critério de cálculo adotado pela norma DIN 1055-6 (2005) obteve-se um acréscimo de pressão de 59% nas

paredes do corpo do silo e de 43% na tremonha para a pressão adicional.

PALAVRAS – CHAVE: Fluxo de massa, concreto armado, projeto, pressão adicional, produto granular.

ABSTRACT: In this work, it was aimed to establish a proposal of structural project of storage for coffee, considering different hypotheses of full and empty cells was developed in order to contemplate the storage in bulk, motion and transport of the product, defining so, a model for the building of vertical and elevated reinforced concrete multicellular silo. The cells in twos-silo, with 1,500 bags (132.35 m³) of coffee per cell of storage capacity, was projected based on the American standard ACI 313 (1997), considering the wedge- type hopper. Based on the results, the areas of horizontal armor of the silo and of the hopper were determined aiming to meet the dimensioning criteria. In the transition region between the wall of the silo and hopper according to the calculation method adopted by the DIN 1055-6 (2005) gave a pressure increase of 59% on the walls of the silo and of 43% in the hopper for the additional pressure by.

KEYWORDS: Mass flow, reinforced concrete, design, additional pressure, granular product.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de café, além de ser o maior exportador e o segundo mercado consumidor. Também começa a se destacar com a alta qualidade de

seus cafés torrado em grãos ou torrado e moído. No país, o estado de Minas Gerais, conta com uma produção de 23.344,1 mil sacas de café beneficiadas (CONAB, 2021).

No Brasil, devido à importância deste produto no mercado interno e externo tem levado os técnicos e projetistas a alternativa de armazenamento do produto a granel em silos herméticos (MARQUES NETO, 2011). A granelização do café permite uma melhor classificação do produto em lotes, elevando a qualidade e atendendo às várias exigências do mercado interno e externo. A verticalização das estruturas de armazenamento de café em unidade multicelular elevados otimiza o controle do processamento do produto. Apesar dos custos de implantação, estas estruturas existem uma série de vantagens durante o processamento que permitem taxas de amortização em curtos prazos.

Segundo LOPES NETO et al. (2012) o uso de silos tornou-se indispensável para que se mantenha a qualidade de produtos. Os silos apresentam as vantagens de poder armazenar grandes quantidades em espaço horizontal reduzido, além de poder controlar o estoque a fim de escolher o melhor momento de comercialização.

Sabe-se que uns dos principais obstáculos na produção de grãos é o desperdício ocasionado, pelas perdas pós-colheita, principalmente no que se refere à armazenagem. Uma solução prática para a redução dessas perdas é a implantação de silos corretamente projetados e construídos de forma a atender às necessidades do mercado agrícola (NASCIMENTO et al., 2009).

Atualmente, há uma tendência mundial de elaboração de projetos estruturais, adotando o critério de dimensionamento nos estados limites com o objetivo de realizar projetos mais seguros e econômicos. Desta forma, faz-se necessária a determinação mais precisa das ações que atuam nas estruturas dos silos (CHEUNG & CALIL JÚNIOR, 2009). Segundo CALIL JÚNIOR (1997), todas as propriedades dos produtos armazenados podem variar durante a vida útil do silo. Assim, de acordo com a norma australiana AS 3774 (1996), os parâmetros deverão ser determinados, de modo a delinear a faixa de variação com combinações mais desfavoráveis para cada caso.

No projeto de silos, as principais ações a serem consideradas são as provenientes dos produtos armazenados que exercem pressões nas paredes verticais e no fundo do silo. Na parede vertical atuam pressões perpendiculares, denominadas pressões horizontais (P_h) e pressões de atrito do produto com a parede (P_w). No fundo do silo, atuam pressões denominadas pressões verticais (P_v).

Diferentes normas podem ser utilizadas para projetos de silos. Todas se baseiam em métodos teóricos e empíricos. A norma americana ACI 313 (1997) trata do dimensionamento de silos de concreto para o armazenamento de produtos granulares. Em vários estudos experimentais realizados até hoje se verificou que altas pressões ocorrem na transição do silo, no entanto, não são consideradas pela norma ACI 313 (1997). Esta constatação tem conduzido os calculistas à utilização da norma alemã DIN 1055-6 (2005), com adoção de pressões adicionais em situação de fluxo de massa.

Neste trabalho, procurou-se estabelecer uma proposta de projeto estrutural para silos destinados ao armazenamento de grãos de café em relação aos métodos já existentes. Desenvolveu-se uma proposta de dimensionamento, com diferentes hipóteses para células cheias e vazias, a fim de contemplar o armazenamento a granel, definindo um modelo para a execução de silo multicelular de concreto armado vertical elevado.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Foi projetado com base na norma americana ACI 313 (1997) um silo prismático de concreto armado multicelular vertical elevado para café tipo cereja descascado, sendo as células geminadas, com capacidade de armazenamento de 1.500 sacas ou 132,35 m³ por célula.

O dimensionamento foi dividido em três etapas: determinação das propriedades físicas do café beneficiado, determinação da geometria da tremonha e projeto geométrico do silo.

2.1 Determinação das propriedades físicas do café beneficiado

Nesta fase foram utilizadas as propriedades físicas do café cereja descascado (cofeea arábica), determinadas no Laboratório de Madeira e Estruturas de Madeira, da Escola de Estruturas em São Carlos/SP (LAMEM/EESC/USP), de acordo com a metodologia proposta por MILANI (1993), utilizando o aparelho de cisalhamento TSG 70-140 (Jenike Shear Tester). O produto estudado apresentou teor de umidade de 12%, sendo que este foi determinado pelo método da estufa. Foram obtidos os seguintes valores, conforme Tabela 1.

Propriedades físicas	Inferior (i)	Superior (s)
Peso específico (γ)	6,75 kN m ⁻³	6,88 kN m ⁻³
Ângulo de atrito interno (ϕ_i)	34,5°	36,0°
Efetivo ângulo de atrito interno (ϕ_e)	35,0°	36,5°
Ângulo de atrito com a parede de concreto liso (ϕ_w)	22,5°	23,5°
Ângulo de repouso (ϕ_r)	29,0°	33,0°

Tabela 1. Propriedades físicas do café cereja descascado.

Para a determinação das características geométricas de silos, tremonhas e dimensões do orifício de descarga, deve-se direcionar especial atenção ao ângulo de atrito com a parede que representa o esforço de adesão entre o produto armazenado e a superfície do material da parede (LOPES NETO et al., 2007).

2.2 Determinação da geometria da tremonha

A norma ACI 313 (1997) aborda a utilização de tremonha tipo cunha ou cônica. Sendo assim, para silos prismáticos, de seção retangular e produto granular, optou-se pela tremonha em cunha.

Determinou-se a inclinação da parede e a dimensão mínima da boca de descarga, levando em consideração as propriedades físicas e de fluxo do café.

a) Determinação da inclinação da parede

Escolhida a forma geométrica da tremonha, foi determinada a máxima inclinação da tremonha, assegurando o fluxo de massa, por meio gráfico (SCHULZE, 1996) e de cálculos (MCLEAN, 1986; GAYLORD JÚNIOR & GAYLORD, 1984).

A inclinação da tremonha foi determinada utilizando o ângulo de atrito interno com a parede (ϕ_w) e o efetivo ângulo de atrito interno (ϕ_e), resultando no projeto a inclinação da tremonha de 68°. O material utilizado na construção do silo é o concreto armado, classificado como material rugoso.

b) Determinação da dimensão mínima da boca da tremonha

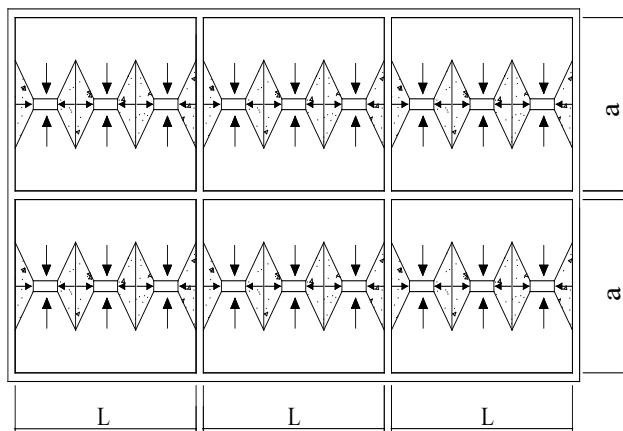
Para assegurar que no projeto de silos ocorra o fluxo de massa, determinou-se a mínima dimensão da boca de descarga (b_{min}).

Atendendo às duas teorias propostas, JENIKE (1964) e GAYLORD JÚNIOR & GAYLORD (1984), a dimensão mínima da boca de saída da tremonha apresentou os mesmos valores para uma mesma tensão crítica. Foi adotado, **0,25 m** para a boca da tremonha (b_p), atendendo, assim, à dimensão mínima da boca da tremonha (b_{min}) igual a 0,23 m.

LOPES NETO et al. (2009), ao calcular a dimensão mínima do orifício de descarga, utilizando a teoria de JENIKE (1964), recomendam para o armazenamento de rações avícolas uma inclinação de tremonha e orifício de descarga mínimos de 65° e 0,43 m, respectivamente.

2.3 Projeto geométrico do silo

O projeto de edificação proposto consistiu de um silo vertical multicelular para armazenamento de café cereja descascado, com células geminadas, conforme Figura 1. As células apresentam a seção retangular e tremonha em cunha.



Planta baixa

Figura 1. Planta baixa para o armazenamento a granel do café.

Para o desenvolvimento do projeto foram considerados os sistemas operacionais para o transporte do produto, o enchimento das células, a transilagem e pesagem do produto tanto na entrada como na saída e o carregamento do café a granel nos caminhões transportadores.

Segundo NASCIMENTO (1996) e LOPES NETO et al. (2008) os silos verticais destacam-se pelo fato de facilitar a transilagem e proporcionar um melhor controle na operação dos equipamentos. Apesar dessas vantagens, silos verticais retangulares ainda são pouco utilizados, parte devido ao simples desconhecimento de seus benefícios, parte em razão da escassez de conhecimentos técnicos necessários ao seu projeto e construção.

3 I CONSIDERAÇÕES SOBRE A CAPACIDADE DA CÉLULA

Foi adotada a massa específica do café beneficiado de 680 kg m^{-3} e capacidade estática da célula de 1.500 sacas de café cereja beneficiado, resultando em um volume total da célula é de $132,35 \text{ m}^3$. Em relação à geometria, o silo foi classificado, pela relação altura efetiva do produto armazenado (H) e a maior dimensão (L) do corpo do silo, sendo silo baixo $H/L = 1,85 \leq 2$ (ACI 313, 1997).

A definição da capacidade estática da célula foi baseada em MARQUES NETO (2011). O autor relata que dificilmente será projetado um sistema de silos graneleiros para café beneficiado com capacidade menor que 1.500 sacas por célula, pois os custos de construção e de mecanização seriam muito altos em relação à capacidade armazenadora (Figura 2).

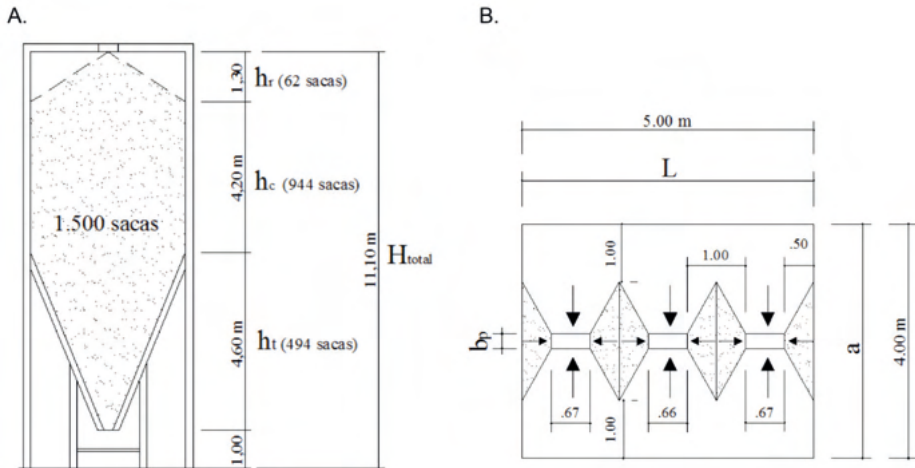


Figura 2. Esquema geométrico de uma célula com capacidade para 1.500 sacas de café beneficiado (A) e planta baixa da tremonha com detalhes do enchimento na saída (B).

DIMENSIONAMENTO DO SILO PRISMÁTICO DE CONCRETO ARMADO

No dimensionamento, levou-se em consideração a envoltória das ações que ocorrem nas diferentes situações de operação no interior do silo com o produto armazenado: carregamento, armazenamento e descarga. Na Figura 3 estão apresentadas as hipóteses de carregamento de células cheias e vazias do silo.

Para o dimensionamento foi utilizada a resistência característica à compressão do concreto aos 28 dias (28 MPa) e do aço CA-50, segundo a norma ACI 313 (1997).

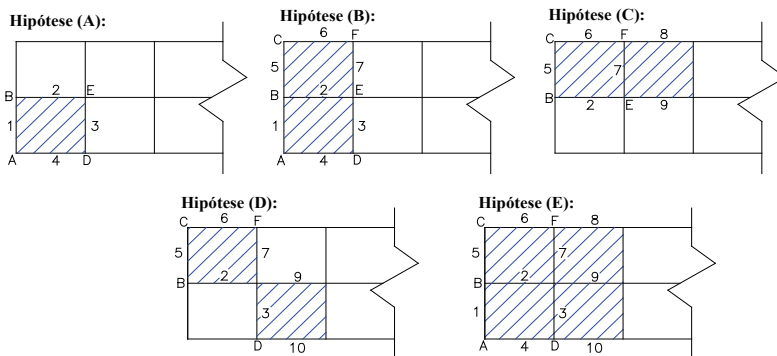


Figura 3. Hipóteses de células cheias em silo multicelular.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Cálculo Das Ações Devido Ao Produto Armazenado

a) Pressões estáticas na célula

Para o cálculo das pressões estáticas (situação de carregamento) na célula, segundo a norma americana ACI 313 (1997), foi adotada a teoria de JANSSEN (1895) para o corpo do silo e a teoria de WALKER (1966) para a tremonha.

Para as pressões verticais, horizontais e as forças de atrito na parede do lado “a” e “L”, foram utilizados os valores das propriedades físicas do café cereja descascado com diferentes combinações do ângulo de atrito com a parede (ϕ_{wi} e ϕ_{ws}), com o efetivo ângulo de atrito interno (ϕ_{ei} e ϕ_{es}), tendo empregado os limites das propriedades físicas dos produtos, para a determinação das maiores pressões vertical e horizontal, como também a força de atrito, conforme Figuras 4, 5 e 6.

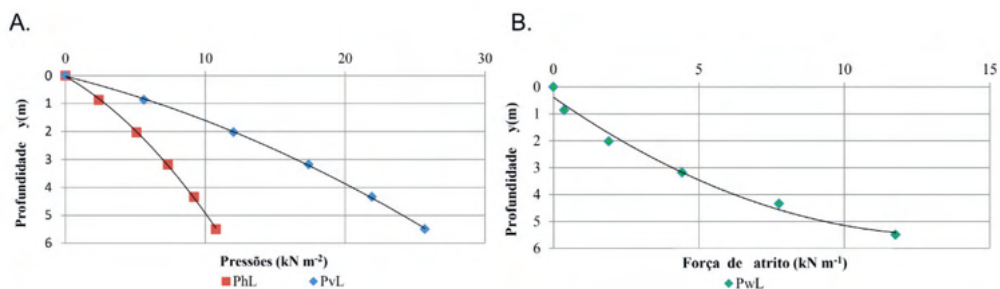


Figura 4. Pressões estáticas horizontais (P_{hL}) e verticais (P_{vL}) (A) e força de atrito (P_{wL}) (B) na parede do lado “L” do silo, segundo teoria de Janssen - ACI 313 (1997).

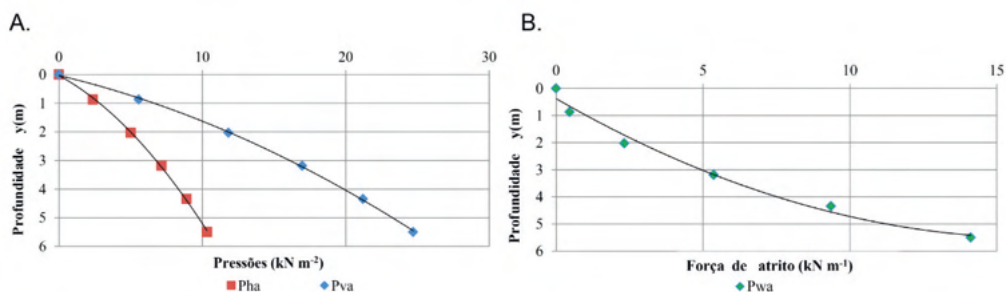


Figura 5. Pressões estáticas horizontais (P_{ha}) e verticais (P_{va}) (A) e força de atrito (P_{wa}) (B) na parede do lado “a” do silo, segundo teoria de Janssen - ACI 313 (1997).

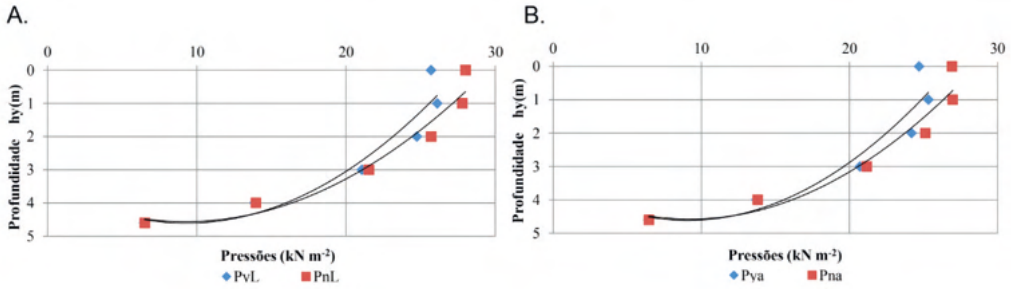


Figura 6. Pressões estáticas verticais (P_v) e horizontais (P_h) nas paredes do lado “L” (A) e “a” (B) da tremonha, segundo teoria de Walker - ACI 313 (1997).

b) Pressões adicionais

A pressão adicional ocorre na transição entre corpo e tremonha do silo, tendo preciso do reforço de armadura a 1,20 m abaixo e acima da região de transição para esse projeto. A pressão adicional calculada para silos com fluxo de massa foi $27,52 \text{ kN.m}^{-2}$, segundo a norma DIN 1055-6 (2005).

c) Pressões dinâmicas

Para o cálculo das pressões dinâmicas (situação de descarga) na célula foi adotada a teoria de SAFARIAN (1969) para o corpo do silo e a norma ACI 313 (1997) para a tremonha.

Nas pressões estáticas horizontais e verticais apresentadas nas Figuras 4, 5 e 6 são aplicados os coeficientes de sobrepressão para a determinação das pressões dinâmicas, conforme Figuras 7 e 8.

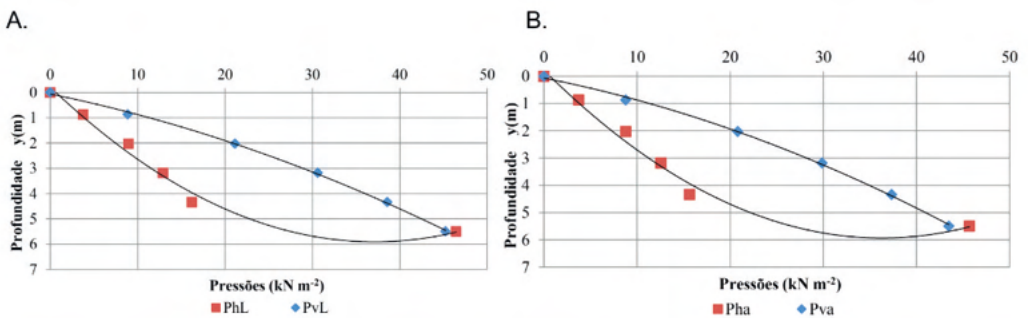


Figura 7. Pressões dinâmicas verticais (P_v) e horizontais (P_h) nas paredes “L” (A) e “a” (B) do silo, segundo teoria de Safarian.

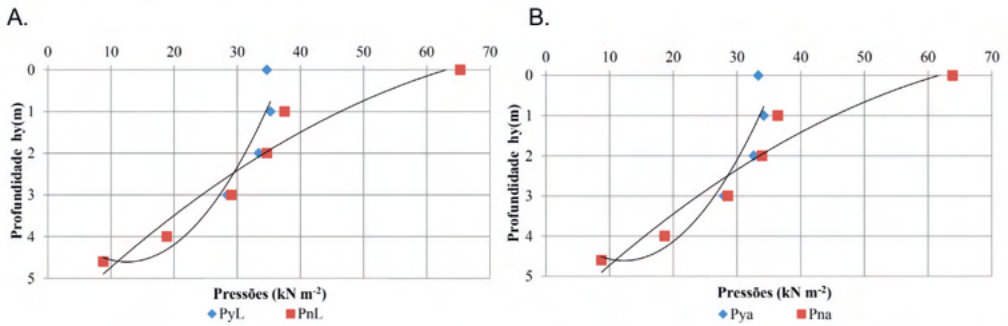


Figura 8. Pressões dinâmicas verticais (P_v) e horizontais (P_n) nas paredes do lado “L” (A) e “a” (B) da tremonha, segundo teoria de Walker - ACI 313 (1997).

Verificou-se que as pressões dinâmicas nas paredes “L” e “a” apresentam tensões maiores que as estáticas, estando assim de acordo com LOPES NETO et al. (2008), que em seu experimento, concluíram que as tensões nas paredes do silo na condição dinâmica foram superiores às estáticas em todas as fases estudadas.

5 | PROJETO DAS PAREDES DO SILO

a) Armadura horizontal

O primeiro passo foi à determinação da excentricidade (e), considerando uma espessura de parede (h) de 0,32 m e cobrimento da armadura de 0,05 m, sendo:

Caso I: Flexão simples: Pequena excentricidade: $e \leq h/2 - d'' \rightarrow$ o valor deverá ser \leq que 0,11 m.

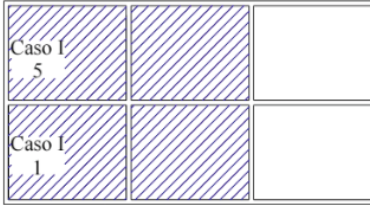
Caso II: Flexo-tração: Grande excentricidade: $e > h/2 - d'' \rightarrow$ o valor deverá ser $>$ que 0,11 m. Trata-se de flexo-tração, requerendo, armadura simples ou dupla. Se apresentar valor negativo para A_s , não haverá compressão no aço, sendo a parede projetada como simplesmente armada.

a.1) Armadura horizontal no meio das paredes do silo

A determinação da excentricidade no meio das paredes foi realizada nas hipóteses A, B, C, D e E, conforme Figura 3. Na armadura horizontal ocorreu Caso I e II, apresentada na Figura 9.

Todas as hipóteses:

No meio da parede do lado "a"



y (m)	$A_s(\text{cm}^2 \text{ m}^{-1})$	$A'_s(\text{cm}^2 \text{ m}^{-1})$
0,00 até 4,30	1,40	0,83
4,30 até 5,50	4,00	2,38

Hipóteses B, C e E:

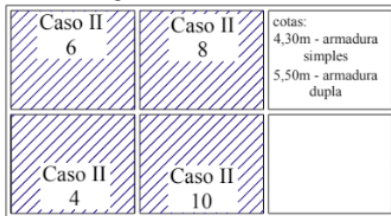
No meio da parede do lado "a"



y (m)	$A_s(\text{cm}^2 \text{ m}^{-1})$
0,00 até 4,30	3,06
4,30 até 5,50	8,77

Todas as hipóteses:

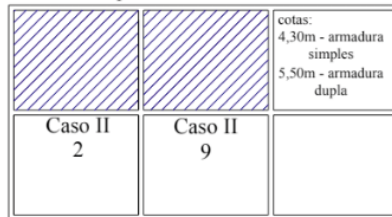
No meio da parede do lado "L"



y (m)	$A_s(\text{cm}^2 \text{ m}^{-1})$	$A'_s(\text{cm}^2 \text{ m}^{-1})$
0,00 até 4,30	5,14	
4,30 até 5,50	13,25	6,00

Hipóteses A, C e D:

No meio da parede do lado "L"



y (m)	$A_s(\text{cm}^2 \text{ m}^{-1})$	$A'_s(\text{cm}^2 \text{ m}^{-1})$
0,00 até 4,30	5,14	5,14
4,30 até 5,50	13,25	13,25

Figura 9. Situações críticas nas paredes de meio do lado "a" e "L", conforme as hipóteses de células cheias do silo multicelular.

Nota: y = profundidade do corpo do silo, A_s = área da seção transversal da armadura tracionada e A'_s = área da seção transversal da armadura comprimida.

a.2) Armadura horizontal no canto das paredes do silo

A Figura 10 apresenta a excentricidade no canto das paredes, para as hipóteses de A até E, foi o Caso II (grande excentricidade).

Todas as hipóteses:

No canto da parede

Caso II C	cotas: 4,30m - armadura simples 5,50m - armadura dupla	
Caso II A		

y (m)	$A_s(\text{cm}^2 \text{ m}^{-1})$	$A'_s(\text{cm}^2 \text{ m}^{-1})$
0,00 até 4,30	6,94	
4,30 até 5,50	16,69	9,35

Hipóteses B e E:

No canto da parede

		armadura dupla
Caso II B		

Hipótese E:

No canto da parede

		armadura dupla
Caso II D		

Hipóteses A, B e C:

No canto da parede

	armadura dupla	
	Caso II E	

Hipóteses C e E:

No canto da parede

Caso II F		armadura dupla

y (m)	$A_s(\text{cm}^2 \text{ m}^{-1})$	$A'_s(\text{cm}^2 \text{ m}^{-1})$
0,00 até 4,30	10,90	5,53
4,30 até 5,50	31,39	25,75

Figura 10. Situações críticas para as paredes de canto do lado “a” e “L”, conforme as hipóteses de células cheias do silo multicelular.

b) Armadura vertical

A armadura vertical calculada para atender às forças verticais últimas atuantes foi menor que a armadura vertical mínima das paredes do silo de espessura de 0,32 m, segundo a norma ACI 313 (1997), apresentada na Tabela 2.

Dimensionamento: Armadura vertical	
Armadura vertical mínima	Bitola / espaçamento
$A_{s,v,m}(\text{cm}^2 \text{ m}^{-1})$	\varnothing / cm
6,40	12,3 / 19

Tabela 2. Armadura mínima vertical para as paredes do corpo do silo – ACI 313 (1997).

c) Verificação das paredes do silo à flambagem e ao cisalhamento

A força vertical última nas paredes do silo, não ultrapassou o valor admissível da força vertical imposto pela norma ACI 313 (1997), para que não ocorra ruptura por flambagem. Assim, como para a verificação das paredes do silo quanto à força de cisalhamento devido às pressões do produto armazenado, observou-se que as paredes internas e externas do silo, não ultrapassaram a resistência ao cisalhamento nominal fornecida pelo concreto armado.

6 I PROJETO DAS TREMONHAS

a) Armadura horizontal

O primeiro passo é determinar a excentricidade (e), considerando uma espessura de parede (h) de 0,27 m e cobrimento da armadura de 0,04 m, sendo:

Caso I: Flexão simples: Pequena excentricidade: $e \leq h/2 - d'' \rightarrow$ o valor deverá ser \leq que 0,10 m.

Caso II: Flexo-tração: Grande excentricidade: $e > h/2 - d'' \rightarrow$ o valor deverá ser $>$ que 0,10 m. Trata-se de flexo-tração, requerendo, armadura simples ou dupla. Se apresentar valor negativo para A'_s , não haverá compressão no aço, sendo a parede projetada simplesmente armada.

A Figura 11 apresenta a armadura horizontal: Caso I para o lado “a” da tremonha e Caso II para o lado “L” e canto da tremonha.

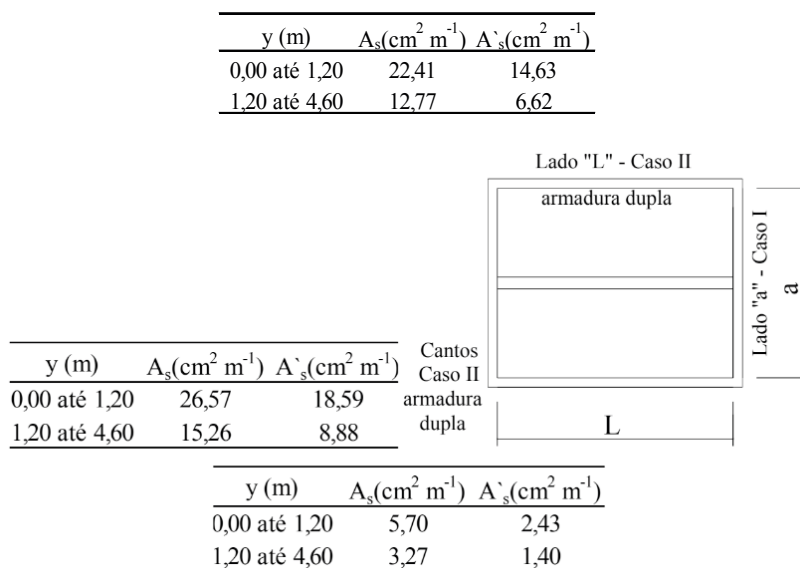


Figura 11. Situação crítica nos cantos e nas paredes “a” e “L” da tremonha, considerando a descarga do produto no silo.

b) Armadura vertical

A armadura vertical calculada para a força vertical última atuante foi menor que a armadura vertical mínima nas paredes da tremonha de espessura de 0,27 m, segundo a norma ACI 313 (1997), apresentada na Tabela 3.

Dimensionamento: Armadura vertical	
Armadura vertical mínima	Bitola / espaçamento
$A_{sv,m}$ (cm ² m ⁻¹)	ϕ / cm
5,40	12,3 / 22

Tabela 3. Armadura mínima vertical para as paredes da tremonha - ACI 313 (1997).

c) Verificação das paredes da tremonha à flambagem e ao cisalhamento

A força vertical última nas paredes da tremonha não ultrapassou o valor admissível da força vertical imposto pela norma ACI 313 (1997), para que não ocorra ruptura por flambagem. Assim como, para a verificação das paredes do silo quanto à força de cisalhamento devido às pressões do produto armazenado, observou-se que as paredes internas e externas do silo, não ultrapassaram a resistência ao cisalhamento nominal fornecida pelo concreto armado.

7 | CONCLUSÕES

Neste trabalho, pôde-se concluir que a norma ACI 313 (1997) tem uma boa aplicação para silos de concreto armado. Os cálculos das pressões dinâmicas utilizam os coeficientes de sobrepressão, de acordo com a teoria de SAFARIAN (1969) na parede do corpo do silo e a norma ACI 313 (1997) na parede da tremonha.

A norma ACI 313 (1997) não considera as pressões adicionais na transição do corpo do silo para a tremonha, um ponto crítico para os silos elevados. O emprego da norma DIN 1055-6 (2005), gerou um acréscimo de pressão de 59% nas paredes do corpo do silo e de 43% nas paredes tremonha.

REFERÊNCIAS

ACI. AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. **ACI 313-97**: Standard Practice for Design and Construction of Concrete Silos and Stacking Tubes for Storing Granular Materials (ACI 313-97) and Commentary – ACI 313R-97. Farmington Hills, 1997. 39 p.

AS. AUSTRALIAN STANDARD. **AS 3774**: loads on bulk solids containers - commentary. Sydney, 1996. 78p.

CALIL JÚNIOR, C. Ações em silos pelo método dos estados limites: proposta de norma brasileira. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.16, n. 4, p. 110-117, jun. 1997.

CHEUNG, A. B.; CALIL JÚNIOR, C. Modelo estocástico de pressões de produtos armazenados para estimativa da confiabilidade estrutural de silos esbeltos. **Cadernos de Engenharia de Estruturas**, v.11, n.48, p.1-22, 2009.

CONAB. **COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO**. Acompanhamento da safra brasileira café, safra 2021: segundo levantamento, maio/2021. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 27 jun. 2021.

DIN. DEUTSCHE NORM. **DIN 1055-6**: basis of design and actions on structures, part 6: design loads for buildings and loads in silos bins. Berlin: Verlaz, 2005. 112 p.

GAYLORD JUNIOR, E. H.; GAYLORD, C. N. **Design of steel bins for storage of bulk solids**. New Jersey: Prentice-Hall, 1984. 359 p.

JANSSEN, H. A. Versuche über getriededruck in silozellen. **Verein Deutscher Ingenieure**, Stuttgart, v. 39, p. 1045-1049, Aug. 1895.

JENIKE, A. W. **Storage and flow of solids**. Salt Lake City: University of Utah, 1964. 197 p. (Utah Engineering Experiment Station. Bolletin 123).

LOPES NETO, J.P.; NASCIMENTO, J. W. B.; CALIL JUNIOR, C. Análise estrutural de silos metálicos prismáticos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n. 4, p. 1252-1258, jul./ago. 2008.

LOPES NETO, J.P.; NASCIMENTO, J. W. B.; LOPES, F.F.M. Modelos de previsão do fluxo e vazão de descarga de produtos agrícolas. **Revista Educação Agrícola Superior**, v.27, n. 1, p. 54-58, 2012.

LOPES NETO, J.P.; NASCIMENTO, J. W. B.; SILVA, V. R.; Efeito do tempo de armazenamento de rações avícolas no dimensionamento de silos. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**. v.29, n.4, p.518-527, out./dez. 2009.

LOPES NETO, J.P.; NASCIMENTO, J. W. B.; SILVA, V. R.; LOPES, F. F. M.; Propriedade de fluxo e característica de escoabilidade de rações avícolas para dimensionamento de silos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n. 3, p. 851-859, 2007.

MARQUES NETO, J.F.A.; SILVA, M.C.T. Aplicação da alvenaria estrutural em sistemas de armazenamento de produtos agrícolas a granel. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**. v.31, n.1, p.201-210, jan./fev. 2011.

MCLEAN, A.G. Empirical 4 critical flow factor equations. **Bulk Solids Handling**, Nuremberg, v. 6, n. 4, p. 407-411, 1986

MILANI, A.P. **Determinação das propriedades de produtos armazenados para projetos de pressões e fluxo em silos**. 1993. 162 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 1993.

NASCIMENTO, J. W. B. **Estudo de silos metálicos prismáticos para fábricas de ração**. 1996. 152 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 1996.

NASCIMENTO, J.W.B.; MACIEL, K.R.D.; SILVA, V.R.; LOPES, F.F.M.; LOPES NETO, J.P. Blocos de concreto para construção modular de silos cilíndricos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.13, suppl., p. 991-998, 2009.

SAFARIAN, S.S. Design pressures of granular materials in silos. **Journal of the American Concrete Institute**, New York, v. 66, n. 8, p. 647-655, 1969.

SCHULZE, D. Flowability and time consolidation measurements using a ring shear tester. **Powder Handling & Processing**, Clausthal-Zellerfeld, v. 8, n.3, p. 221-226, 1996.

WALKER, D.M. An approximate theory for pressures and arching in hoppers. **Chemical Engineering Science**, New York, v. 21, p. 975-997, 1966.

CAPÍTULO 5

APLICAÇÃO DE LAMA DE FOSFATO COMO FONTE DE FÓSFORO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)

Data de aceite: 21/09/2021

Data da submissão: 06/07/2021

Amanda de Souza Costa

Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista
São João Evangelista – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/8113572089144719>

José Roberto de Paula

Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista
São João Evangelista – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/1636858217220737>

Thaís Helena de Oliveira Norte

Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Ouro Branco
Ouro Branco – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/2569233991964019>

Fernando Soares Lameiras

Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear – CDTN
Belo Horizonte – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/1775441236942704>

Fernando Augusto Moreira

Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear – CDTN
Belo Horizonte – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/6405389850418610>

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi avaliar a viabilidade técnica da aplicação de uma fonte de fósforo à base da lama de fosfato (LF) sobre a produção de mudas de

café (*Coffea arabica* L.) e comparar o seu efeito com o do superfosfato simples (SS). A indústria metalúrgica, durante os processos de fabricação, gera resíduos que devem ser tratados e encaminhados para a disposição final ambientalmente adequada. Um desses resíduos é a lama de fosfato que possui uma quantidade significativa, 46% de fósforo em sua composição. Para a condução do experimento foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, contendo 7 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos pela testemunha, por aplicações no substrato, de SS nas doses de 450 e 900 mg.dm⁻³ de P₂O₅; pela aplicação conjunta de SS e LF, nas doses de 450 mg.dm⁻³ de P₂O₅ e por aplicações de LF nas doses de P₂O₅ de 450, 900 e 1800 mg.dm⁻³. Com os resultados obtidos, concluiu-se que a melhor dosagem para a produção de mudas de café foi a de 900 mg.dm⁻³ de SS; não se recomenda a utilização da LF como única fonte de P para a produção de mudas de café; em condições específicas, visando a produção de mudas de café de qualidade razoável, pode-se recomendar a utilização da LF como fonte de liberação lenta de P associada ao superfosfato simples.

PALAVRAS - CHAVE: Adubação fosfatada. Borra de fosfato. Resíduo metalúrgico.

PHOSPHATE MUD APPLICATION AS A PHOSPHORUS SOURCE FOR THE PRODUCTION OF COFFEE SEEDLINGS (*COFFEA ARABICA* L.)

ABSTRACT: The target of this work was the technical feasibility evaluation of applying a

phosphorus source based on phosphate mud (LF) on the production of coffee seedlings (*Coffea arabica* L.) and to compare its effect with that of superphosphate simple (SS). The metallurgical industry, during the manufacturing processes, generates waste that must be treated and sent for final disposal that is environmentally appropriate. One of these residues is phosphate mud, which has a smaller amount, 46% of phosphorus in its composition. To conduct the experiment, a randomized block design was used, containing 7 treatments and 4 replications. The treatments consisted the control, by applications on the substrate, of SS at doses of 450 and 900 mg.dm⁻³ of P₂O₅; by the joint application of SS and LF, at doses of 450 mg.dm⁻³ of P₂O₅ and by applications of LF at doses of P₂O₅ of 450, 900 and 1800 mg.dm⁻³. By the obtained results, it was concluded that the best dosage for the production of coffee seedlings was 900 mg.dm⁻³ of SS; the use of LF as the only source of P for the production of coffee seedlings is not recommended; under specific conditions, the coffee seedlings production in reasonable quality is possible to recommend the use of LF as a slow release source of P associated to simple superphosphate.

KEYWORDS: Phosphate fertilization. Phosphate sludge. Metallurgical waste.

INTRODUÇÃO

Os solos agrícolas de Minas Gerais, em sua maioria, são ácidos e pobres e não há como cultivá-los racionalmente sem correções e adubações, sendo que uma das causas principais pela baixa produção agrícola na maioria dos solos é a deficiência de fósforo (P) (RIBEIRO, 1999).

De acordo com Resende *et al.*(2016),

“solos da região do cerrado são naturalmente ácidos e apresentam graves limitações ao desenvolvimento das plantas, por apresentarem baixa disponibilidade de nutrientes catiônicos, baixo teor de matéria orgânica (MOS), alta saturação por alumínio (m) e alta capacidade de fixação de fósforo e dessa forma tem-se a necessidade de realizar a construção de sua fertilidade, como a calagem, gessagem, adubações com P, K, e micronutrientes antes do cultivo.”

Em regiões tropicais o P é o nutriente que mais limita a produção (LIMA, 2019), é um dos elementos mais importantes para o metabolismo vegetal, sendo essencial para o estabelecimento e desenvolvimento das plantas. Quando aplicado na quantidade certa, o P estimula a germinação, o desenvolvimento das raízes e melhora a produção das culturas (ALVES DA SILVA *et al.*, 2015).

Diferente do processo de fabricação de alguns fertilizantes comerciais em que se utilizam recursos naturais e insumos químicos para sua obtenção, alguns produtos e resíduos gerados em processos industriais devem ser testados na agricultura, se apresentando como alternativos no fornecimento de nutrientes às plantas, reduzindo, substancialmente, os impactos causados no meio ambiente.

Na indústria metalúrgica, um dos processos empregados é o revestimento fosfático ou fosfatização das superfícies metálicas. Este processo consiste no tratamento das peças

metálicas e suas ligas a fim de aumentar a resistência à corrosão e melhorar a adesão à tinta (Guerreiro, 2009).

Durante o banho de fosfatização, ocorre precipitação de fosfato nas formas de FePO_4 e $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$, por exemplo, gerando um resíduo denominado lama de fosfato ou borra de fosfato. Esse resíduo, por sua vez, é encaminhado para a Estação de Tratamento de Efluentes Industriais (ETEI) da empresa onde será incorporado ao lodo da ETEI o qual, também, constitui um resíduo sólido.

Segundo preconiza o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, 2010), as indústrias devem, ao realizar a disposição final de resíduos, dar prioridade à sua reutilização ou reciclagem e, na inviabilidade de realização desses processos, deve encaminhar os resíduos para a disposição final ambientalmente correta em aterros industriais, ou incineração, ou coprocessamento em fornos de cimento, o que acontece, majoritariamente, apesar de ser bastante oneroso para as empresas.

O resíduo estudado nesse trabalho é oriundo do processo de fosfatização de uma empresa multinacional com unidade em Contagem/MG e possui em sua constituição, quantidades expressivas de fósforo (46%), apresentando, assim, grande potencial de ser reciclado e ser utilizado no solo para fornecer nutrientes às plantas diminuindo a necessidade de fertilizantes sintéticos.

É importante recordar que os resíduos sólidos são, na realidade, ou deveriam ser considerados matéria-prima para produção de outros artefatos, evitando, assim, a exploração de mais recursos naturais (ANDREOLI, 2001). É importante destacar que o resíduo é classificado como resíduo de Classe II – A (não perigoso e não inerte).

Altafin *et al.* (2004), avaliaram a utilização do lodo de fosfatização no preparo de mudas de espécies nativas. De acordo com os resultados obtidos, o lodo de fosfatização possui alto potencial para utilização na agricultura, mas os autores consideram que se fazem necessários mais estudos para dimensionar a dosagem adequada.

Sendo o café uma das principais culturas do Brasil, ocupando grandes áreas agrícolas principalmente no estado de Minas Gerais e que ainda são poucos os estudos com a utilização de resíduos industriais na cultura, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade técnica da aplicação de uma fonte de fósforo à base de borra de fosfato na produção de mudas de *Coffea arabica* L. e comparar os efeitos da aplicação com o fertilizante comercial superfosfato simples.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi realizado sob cultivo protegido em casa de vegetação no Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista/MG, situado na região Leste do Estado de Minas Gerais. A casa de vegetação encontra-se na latitude 18°33'9.42" Sul e longitude 42°45'11.15" Oeste. A condução do experimento ocorreu durante um período de

seis meses, entre os meses de julho de 2017 a fevereiro de 2018.

Segundo Köppen, a região apresenta características climáticas distintas, específicas para região de clima tropical, sendo o inverno seco e o verão chuvoso, tendo uma temperatura média mínima de 21°C e sua média máxima de 27°C por ano, a altitude média é de 692 m, com uma precipitação anual de certa de 1180 mm (SILVA, 2013).

A lama de fosfato foi doada pela Universidade Federal de Minas Gerais e pelo Centro de Desenvolvimento da Energia Nuclear (CDTN) que a recebeu de uma indústria metalúrgica situada em Contagem/MG. O resíduo veio em forma pastosa, a qual passou pelo processo de secagem em estufa a 40 °C por 48 horas e triturado até formar um pó fino.

O resíduo possui em sua constituição quantidades expressivas de fósforo na forma P_2O_5 (Tabela 1).

Elementos dosados* (%)	Lama de fosfato
P_2O_5	46
Fe_2O_3	31
ZnO	17
SiO_2	4
CaO	0,8
NiO	0,1
MnO	0,08
K_2O	<0,01
StO	<0,01

Tabela 1. Composição do lama de fosfato gerada na empresa.

*Fonte: Análises de fluorescência de Raio-X realizadas no Centro de Desenvolvimento da Energia Nuclear (CDTN).

Além disso, por meio de ensaios de solubilização, sabe-se que a solubilidade do P_2O_5 em água é de 5,37% e que a solubilidade em Ácido Cítrico 2% é de 13,83%. Essas características do resíduo são muito semelhantes às dos fosfatos naturais reativos.

O cultivar de café utilizado foi o topázio MG 1190. O delineamento utilizado foi o delineamento em blocos casualizados - DBC, apresentando sete tratamentos (dose de P_2O_5) distribuídos com quatro repetições. Cada repetição foi constituída por 16 mudas (4x4), sendo consideradas úteis apenas as quatro centrais como uma unidade experimental, totalizando 28 unidades experimentais.

Segundo Ribeiro *et al.* (1999), a dose de superfosfato simples (SS) para o cultivo de mudas de café é de 5 g.dm⁻³ (900 mg.dm⁻³ de P_2O_5). Os tratamentos e as doses foram estabelecidos tendo como base esse valor. Os tratamentos encontram-se descritos na tabela 2.

Tratamento	Dose de P_2O_5 ($mg\ dm^{-3}$) no substrato		
	Superfosfato simples (SS)	Lama de fosfato (LF)	Total
T1	0	0	0
T2	450	0	450
T3	900	0	900
T4	450	450	900
T5	0	450	450
T6	0	900	900
T7	0	1800	1800

Tabela 2. Tratamentos realizados
 Fonte 1: Elaborado pelo autor, 2020.

Os tratamentos compreendem a testemunha (T1) com dose de $0\ mg\cdot dm^{-3}$ de P_2O_5 , T2 e T3 realizados com o Superfosfato simples (450 e $900\ mg\cdot dm^{-3}$ de P_2O_5), T4 feito com $450\ mg\cdot dm^{-3}$ de P_2O_5 proveniente do SS e $450\ mg\cdot dm^{-3}$ de P_2O_5 do resíduo e os demais tratamentos (T5, T6 e T7) utilizaram o adubo à base de resíduo industrial com as seguintes doses de P_2O_5 : 450 , 900 e $1800\ mg\cdot dm^{-3}$.

As sementes de café foram submetidas à imersão em água por 24 h para a quebra da dormência. Em seguida, foram colocadas em leitos de areia para iniciar o processo de germinação (emissão da radícula), visando uma maior uniformidade das mudas, e foram regadas duas vezes ao dia, no início da manhã e no final da tarde.

A emissão das radículas iniciou-se 30 dias após a semeadura em areia. Posteriormente, as sementes foram transferidas para os tubetes cilíndricos (448) com capacidade de $290\ cm^3$ cada, que foram previamente lavados e esterilizados com hipoclorito de sódio a 2% diluído em água.

O substrato foi preparado de acordo com as recomendações de Ribeiro *et al.* (1999), onde recomenda-se o uso de terra peneirada, esterco de curral curtido, cloreto de potássio e superfosfato simples.

Para não interferir nos resultados da pesquisa, o esterco não pôde ser acrescentado ao substrato porque é fonte de nutrientes como o P. A fonte de N utilizada foi à ureia, uma vez que possui menor custo e apresenta alto teor de N solúvel em água em sua composição (45%).

As quantidades de nutrientes e corretivos utilizados foram determinadas de acordo com a análise do solo. Não foi utilizado substrato comercial, pois nestes podem conter nutrientes que interfiram no resultado desejado.

Dessa forma, utilizou-se terra de barranco peneirada proveniente de um Latossolo Vermelho distrófico, cloreto de potássio, ureia e calcário dolomítico. O substrato foi

preparado inicialmente sem a fonte de fosfato.

Com base na literatura, foram aplicadas, como fatores constantes, uma dose de 1 g.dm⁻³ de KCl misturado ao solo, uma dose de 1,32 g.dm⁻³ de CaCO₃ (para elevação da saturação de bases a 55%) (CORRÊA *et al.*, 2007) e uma dose de 250 mg.dm⁻³ de N, na forma de ureia (quatro parcelamentos em cobertura). Os valores das quantidades do superfosfato simples (16-18% de P₂O₅, solúvel em CNA+H₂O), do resíduo (46% de P₂O₅, solúvel em Ácido Cítrico) encontram-se na tabela 3.

Tratamento	Dose de P ₂ O ₅ (mg.dm ⁻³)	Quantidade de SS (g)	Dose de P ₂ O ₅ (mg.dm ⁻³)	Quantidade LF (g)	KCl (g)	Ureia (g)	Calcário (g)
	SS		LF				
1	0	0	0	0	20	36,6	26,38
2	450	56,25	0	0	20	36,6	26,38
3	900	112,50	0	0	20	36,6	26,38
4	450	56,25	450	19,56	20	36,6	26,38
5	0	0	450	19,56	20	36,6	26,38
6	0	0	900	39,13	20	36,6	26,38
7	0	0	1800	78,25	20	36,6	26,38

Tabela 3. Quantidades de fertilizantes que foram utilizadas em 20,0 dm³ de substrato.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

O substrato foi preparado misturando-se de forma homogênea o cloreto de potássio e o calcário dolomítico com 7 partes de solo separadamente. O solo de cada tratamento foi disposto em vaso de 30 L e incubado por 30 dias. Esse processo de incubação foi necessário devido à incompatibilidade entre o SS e o calcário que torna o P indisponível quando aplicados ao mesmo tempo, dessa forma o calcário foi adicionado antes para que não houvesse a indisponibilidade do P.

Concluído o período de incubação, foram adicionadas as dosagens de P₂O₅ (proveniente da LF e do SS) e o substrato foi distribuído nos tubetes onde foram colocadas as sementes de café. As plantas foram cultivadas no período de agosto de 2017 a fevereiro de 2018, com irrigação por microaspersão. A irrigação foi programada para quatro vezes ao dia: 9 h, 12 h, 15 h, 18 h. Em cada irrigação foram aplicados 5 mm de água durante 5 minutos.

As variáveis analisadas correspondem ao número de par de folhas das mudas (NPF), altura da muda (AM), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca do sistema radicular (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSR).

Após 180 dias foi realizada a coleta dos dados e os resultados foram submetidos à análise de variância, adotando-se o nível de 1% de significância para os dados quantitativos, onde a validação da análise de variância foi realizada com a aplicação do teste Tukey a 5% de significância.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Na figura 1 são apresentadas mudas de café representativas de cada tratamento.



Figura 1. Fotografia de uma planta de cada tratamento.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Os dados da tabela 4 indicam que houve diferença significativa entre os tratamentos.

FV	GL	QM	
		NPF	AM
Bloco	3	0,7847	1,6488
Tratamento	6	31,5714**	231,2225**
Erro	102	1,4677	3,8029
Total corrigido	111		
CV (%)		37,72	20,64
Média geral		3,1786	9,4464

Tabela 4. Resumo da análise de variância para número de pares de folhas (NPF) e altura da muda (AM).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020; ** significativo a 1% pelo teste F.

Observando-se isoladamente as médias obtidas para a variável NPF, verifica-se que os T3, T2 e T4, apresentaram as maiores médias, sem diferenças significativas. Já para a variável AM, observa-se que o T3, com aplicação de 900 mg.dm⁻³ de SS, proporcionou a obtenção das maiores médias de altura de mudas de café que os demais tratamentos (Tabela 5).

Tratamentos	Médias	
	NPF	AM
T3 (900 mg.dm ⁻³ SS)	4,875 a	15,563 a
T2 (450 mg.dm ⁻³ SS)	4,875 a	12,5 b
T4 (450 mg.dm ⁻³ SS+450 mg.dm ⁻³ LF)	4,00 ab	11,688 b
T5 (450 mg.dm ⁻³ LF)	2,75 bc	7,531 c
T1 (Testemunha)	2,25 cd	6,75 cd
T6 (900 mg.dm ⁻³ LF)	2,125 cd	6,719 cd
T7 (1800 mg.dm ⁻³ LF)	1,375 d	5,375 d

Tabela 5. Médias dos tratamentos para número de pares de folhas (NPF) e altura de mudas (AM).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020; Médias seguidas de letras iguais não diferem pelo Teste Tukey (P>0,05).

Os parâmetros normalmente utilizados para avaliar a condição das mudas visando a instalação da cultura de café no campo, são a altura da muda e número de pares de folhas por muda. Nas condições deste estudo, levando-se em consideração as duas variáveis NPF e AM, os melhores resultados foram proporcionados pelo T3, com a aplicação de 900 mg.dm⁻³ de SS.

Em razão da igualdade estatística das médias de NPF para T3, T2 e T4 e de AM, para T2 e T4, na perspectiva de redução de custos e da disposição adequada da LF, pode-se vislumbrar a utilização desse resíduo industrial para a produção de mudas de café (Figura 2).

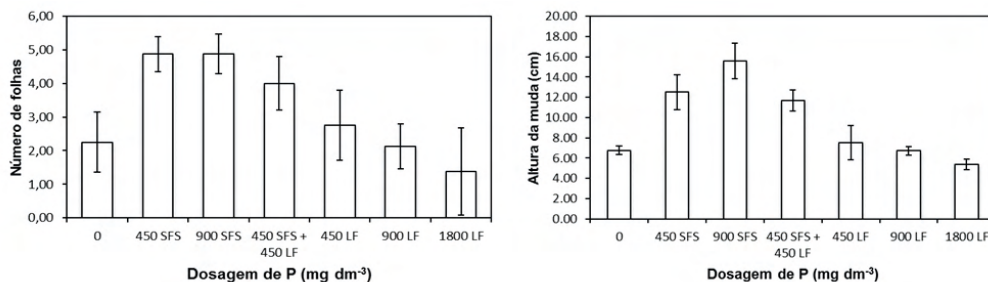


Figura 2. Representação gráfica para número de par de folhas e altura da muda.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Dessa forma, tem-se uma alternativa para a utilização do resíduo, considerando um destino ambientalmente correto de acordo com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, o que pode acarretar em redução no custo de produção das mudas de café, uma vez que o custo de obtenção de um adubo à base do resíduo é menor do que o custo de obtenção do SS.

A utilização conjunta dos dois fertilizantes pode proporcionar a obtenção de mudas de boa qualidade, pois com o SS tem-se uma disponibilidade imediata de fósforo devido à sua maior solubilidade. Já devido a menor solubilidade do resíduo, tem-se uma liberação de fósforo, mais lenta e em médio prazo.

Segundo Marana *et al* (2008), os nutrientes a serem fornecidos às mudas devem ser disponibilizados de acordo com a necessidade das mesmas, durante o período de cinco meses, necessário à sua formação. Segundo estes autores, o uso de um adubo com liberação lenta atende a essa questão, podendo assim servir para a produção de mudas de café em tubetes, com qualidade necessária para a comercialização.

Pelas médias de NPF e AM proporcionadas pelos T1, T5, T6 e T7, não se recomenda a utilização da LF como única fonte de fósforo para produção de mudas de café. Não se observou benefícios da aplicação do resíduo (T5, T6 e T7), fato evidenciado pela ausência de diferença estatística destes tratamentos em relação ao T1, tratamento sem adição de fósforo (Tabela 5; Figura 2).

As demais variáveis testadas MFPA, MFR, MSPA e MSR também consideradas como alguns dos índices de qualidade de mudas em diversos experimentos de campo, apresentaram diferença estatística entre si (Tabela 6).

FV	GL	QM			
		MFPA	MFR	MSPA	MSR
Bloco	3	0,9667	0,2829	0,0595	0,0023
Tratamento	6	22,091**	16,3945**	2,4582**	0,4959**
Erro	102	0,485	0,4313	0,0586	0,0138
Total corrigido	111				
CV (%)		53,30	43,81	48,02	43,97
Média geral		1,3067	1,4991	0,5039	0,2677

Tabela 6. Médias dos tratamentos para massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020; * * significativo a 1% pelo teste F.

De acordo com os dados analisados não houve diferença significativa entre os tratamentos T2, T3 e T4 para a variável MFPA. Para as demais variáveis (MFR, MSPA e MSR) houve diferença entre esses tratamentos, sendo que o T3, com a aplicação de 900 mg.dm⁻³ de SS se destacou entre os demais, indicando ser a dosagem recomendada de SS

nessas condições (Tabela 7).

Tratamentos	Médias			
	MFPA	MFR	MSPA	MSR
T3 (900 mg.dm ⁻³ SS)	3,283 a	3,158 a	1,16 a	0,574 a
T2 (450 mg.dm ⁻³ SS)	2,321 ab	2,36 b	0,848 b	0,399 b
T4 (450 mg.dm ⁻³ SS+450 mg.dm ⁻³ LF)	1,779 ab	1,983 b	0,663 b	0,341 b
T5 (450 mg.dm ⁻³ LF)	0,726 c	1,078 c	0,3 c	0,192 c
T1 (Testemunha)	0,411 c	0,664 c	0,183 c	0,134 c
T6 (900 mg.dm ⁻³ LF)	0,404 c	0,72 c	0,213 c	0,129 c
T7 (1800 mg.dm ⁻³ LF)	0,223 c	0,53 c	0,158 c	0,104 c

Tabela 7. Médias dos tratamentos para MFPA, MFR, MSPA, MSR.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020; Médias seguidas de letras iguais não diferem pelo Teste Tukey (P>0,05).

Os tratamentos T2 e T4 não diferiram entre si para as variáveis MFR, MSPA e MSR. Esse resultado aponta novamente, para a viabilidade de utilização do resíduo combinado com o SS, sempre na perspectiva de redução de custos de produção das mudas e também do descarte adequado da LF, com seu uso na agricultura. As menores médias, para essas mesmas variáveis, para T1, T5, T6 e T7, sem diferença estatística indicam que a presença do resíduo não beneficiou o desenvolvimento das mudas (Figura 3).

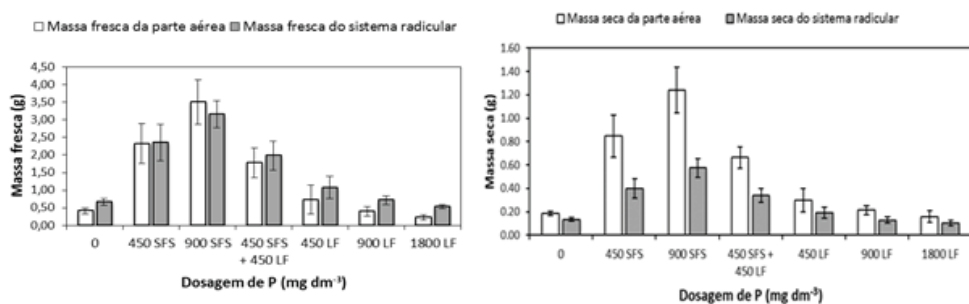


Figura 3. Representação gráfica para massa fresca da parte aérea, massa fresca radicular, massa seca da parte aérea e massa seca radicular.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Uma justificativa para a obtenção de menores média para as variáveis estudadas nos tratamentos com a aplicação do resíduo pode estar relacionada à alta concentração de íons de ferro (Fe) presente na LF (31% de Fe₂O₃). Estudos mostram que a capacidade máxima de adsorção de fósforo (CMAP) está diretamente relacionada com óxidos de ferro e alumínio presentes nos coloides do solo (FONTES & WEED, 1996 *apud* SILVA *et al.* 2015).

Outra justificativa é a baixa solubilização do resíduo (13,83 % em Ácido Cítrico a 2%). Pereira *et al.* (2017), fizeram um estudo com o mesmo resíduo realizando um tratamento do material com bactérias acidófilas e conseguiram aumentar a solubilidade do resíduo em até 28%. Sendo assim, talvez o resíduo tratado por essas bactérias solubilizadoras apresente um melhor desempenho na produção de mudas de café.

Tomaz (2009) avaliou a adubação fosfatada da cana-de-açúcar utilizando diferentes fontes, doses e formas de aplicação. Uma das fontes utilizadas foi o Salmatec que é um resíduo industrial com origem semelhante ao resíduo utilizado nesse trabalho. Segundo o autor a aplicação desse resíduo teve efeito positivo para produtividade. Em uma de suas conclusões ele recomenda a aplicação de Salmatec na dosagem de 100 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ para plantio da cana-de-açúcar, uma vez que apresenta menor custo que as outras fontes testadas.

Na literatura, encontram-se outros tipos de resíduos industriais testados como fontes alternativas de nutrientes na cultura do café, como é o caso do resíduo de beneficiamento do granito.

Martins & Fontan (2011), em um experimento utilizando amostras superficiais e subsuperficiais de um solo corrigido com este resíduo constataram que as plantas de café Conilon cultivadas em amostra superficial do solo corrigido absorveram maiores quantidades de P, Ca e Mg do que as cultivadas na amostra subsuperficial do solo.

“Isso se deve ao fato que por apresentar menor capacidade de adsorção de P, a amostra superficial (SUP) do solo disponibilizou maior quantidade de P para as plantas, em menor período de tempo, mesmo que as doses de fertilizante fosfatado aplicadas tenham sido iguais para ambas as amostras de solo,” explica Rheinheimer *et al.* (2003).

Já Almeida *et al.* (2017), identificaram melhor desenvolvimento e crescimento de mudas de café em substratos que receberam adubações silicatadas junto com a adubação fosfatada, onde os autores constataram que a presença do silício aumentou a porcentagem de P disponível para as plantas, bloqueando os sítios de adsorção.

Neste experimento, não foi utilizada adubação silicatada, fato esse que também pode contribuir para a explicação dos resultados obtidos, uma vez que boa parte do P aplicado pode ter sido adsorvida pelos colóides do solo.

CONCLUSÃO

Nas condições de desenvolvimento deste estudo conclui-se que:

- A melhor dosagem para a produção de mudas de café foi a de 900 mg.dm⁻³ de superfosfato simples;
- Não se recomenda a utilização da lama fosfática como única fonte de P para a produção de mudas de café;

- Em condições específicas, visando a produção de mudas de café de qualidade razoável, pode-se recomendar a utilização da lama fosfática como fonte de liberação lenta de P, associada ao superfosfato simples.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L.H.C. et al. **Silício e disponibilidade de fósforo no crescimento e desenvolvimento de mudas de café**. Revista Cultura Agronômica, Ilha Solteira, vol. 26, ed. 2. 2017. Disponível em: <<https://ojs.unesp.br/index.php/rculturaagronomica/article/viewFile/2388/1802>>. Acesso em: 31 de março de 2020.

ALTAFIN, V. L. et al. **Utilização de lodo de fosfatização na produção de mudas de espécies nativas**. Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal, v. 1, n. 1, p. 45-50, 2004.

ALVES DA SILVA, J. T.; RODRIGUEZ SIMÃO, F.; MOREIRA ALVES, J. J. **Desenvolvimento vegetativo e produção do pinhão-mansô em resposta à adubação fosfatada**. Revista Ceres, v. 62, n. 3, 2015. ISSN 0034-737X.

ANDREOLI, C. V. **Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final**. Rio de Janeiro: Rima, ABES, 2001.

Corrêa, J.B., Reis, T.H.P., Pozza, A.A.A., Guimarães, P.T.G., de Carvalho, J.G., 2007. Índice de saturação por bases na nutrição e na produtividade de cafeeiros 'Catuaí Vermelho'(Coffea arabica L.). Coffee Science 2, 159-167.

GUERREIRO, M. A. V. **Avaliação de processo de fosfatização**. 2009.

LIMA, Tatiane Melo de. **Diagnóstico da fertilidade do solo e do nível tecnológico de propriedades rurais no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba**. 2019. 138 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.te.2019.1>

MARANA, João Paulo et al. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 39-45, Feb. 2008. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000100007&lng=en&nrm=iso>. access on 09 June 2020.

PEREIRA, Júlia Pimenta; Moreira, Fernando Augusto; Lago, Rochel Montero; Marriel, Ivanildo Evódio; Souza, Francisco Adriano de; **“USO DA BORRA DE FOSFATO COMO FONTE DE FÓSFORO PARA AGRICULTURA, A PARTIR DA SOLUBILIZAÇÃO DE P POR BACTÉRIAS ACIDÓFILAS.”**, p. 1450-1459. In: . São Paulo: Blucher, 2017.

RESENDE, A. V.; FONTOURA, S. M. V.; BORGHI, E.; SANTOS, F. C.; KAPPES, C.; MOREIRA, S. G.; OLIVEIRA JR., A.; BORIN, A. L. D. C. **Solos de fertilidade construída: características, funcionalidades e manejo**. Informações Agronômicas, Piracicaba: POTAFOS, v. 156, p. 1-19, 2016.

RHEINHEIMER, D. S. et al. **Dessorção de fósforo avaliada por extrações sucessivas em amostras de solo provenientes dos sistemas plantio direto e convencional**. Ciência Rural, v. 33, n. 06, p. 1053-1059, 2003.

RIBEIRO, A. C. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação.** Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais, 1999.

SILVA, Laércio santos; JÚNIOR, José Marques; BAHIA, Angélica Santos de Souza; CAMARGO, Livia Arantes; PEREIRA, Gener Tadeu;. **Capacidade máxima de adsorção de fósforo em solos do nordeste do estado de São Paulo.** Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, 35. Natal, RN. 2015. Disponível em: < <https://eventosolos.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/348.pdf>>. Acesso em: 04/06/2020.

TOMAZ, Halan Vieira de Queiroz. **Fontes, doses e formas de aplicação de fósforo na cana-de-açúcar.** 2009. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010. doi:10.11606/D.11.2010.tde-24022010-093150. Acesso em: 2020-03-30.

AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO INICIAL DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*), ORGÂNICO E CONVENCIONAL SUBMETIDO AO ESTRESSE SALINO

Data de aceite: 21/09/2021

Data da submissão: 02/07/2021

Franciele Mara Lucca Zanardo Bohm

Unespar/Campus de Paranavaí
<http://lattes.cnpq.br/3657748885493762>

Fernanda Alexia dos Santos Giraldelli

Unespar/Campus de Paranavaí
<http://lattes.cnpq.br/1297280709863460>

Paulo Alfredo Feitoza Bohm

Unespar/Campus de Paranavaí
<http://lattes.cnpq.br/0938552654964138>

RESUMO: A utilização excessiva de insumos químicos por produtores rurais em busca de maior produtividade tem causado acúmulo de fertilizantes no meio ambiente. Além destes insumos, sementes de origem orgânica não são utilizadas pela maioria dos produtores, cuja hipótese para isso é a menor produtividade e menor resistência ambiental. O tomate é uma das hortaliças mais consumidas no país, é exigente quanto ao clima e solo e tem grande importância econômica. Este estudo avaliou o efeito de dois tipos de sais em diferentes potenciais hídricos na germinação e no crescimento inicial de plântulas de tomate obtidas de sementes convencional e orgânica. Para isso sementes de origem orgânica e convencional foram germinadas em placas de Petri e acondicionadas em câmara de germinação com temperatura e fotoperíodo controlados durante 15 dias. Para testar o efeito do estresse

salino foram preparadas soluções de cloreto de cálcio e cloreto de sódio nos potenciais hídricos de -0,15; -0,30 e -0,60 Mpa. Após a germinação as radículas foram medidas e as folhas foram utilizadas para dosagem de clorofilas. Os resultados mostraram que tanto as sementes de origem orgânica, como as sementes de origem convencional foram afetadas pelo estresse salino de forma mais pronunciada na presença de cloreto de sódio. A redução da germinação de sementes convencionais na presença de cloreto de cálcio foi de 70,6% e de sementes orgânicas foi de 37%. Quando foi utilizado cloreto de sódio estas reduções chegaram a 90% para as sementes convencionais e 80% para as sementes orgânicas. Quanto ao comprimento das radículas foi possível observar redução maiores que 30% a partir do potencial hídrico de -0,30Mpa para ambos os sais utilizados. Desta forma observa-se que o estresse salino compromete principalmente o crescimento inicial da planta.

PALAVRAS - CHAVE: Salinização. Horticultura. Sustentabilidade.

EVALUATION OF THE INITIAL GROWTH OF ORGANIC AND CONVENTIONAL TOMATO (*Solanum lycopersicum*) SUBMITTED TO SALINE STRESS

ABSTRACT: The excessive use of chemical inputs by rural producers in search of greater productivity has caused an accumulation of fertilizers in the environment. In addition to these inputs, seeds of organic origin are not used by most producers, whose hypothesis for this is lower productivity and lower environmental

resistance. Tomato is one of the most consumed vegetables in the country, is demanding in terms of climate and soil and has great economic importance. This study evaluated the effect of two types of salts at different water potentials on germination and initial growth of tomato seedlings obtained from conventional and organic seeds. For this purpose, seeds of organic and conventional origin were germinated in Petri dishes and placed in a germination chamber with controlled temperature and photoperiod for 15 days. To test the effect of salt stress, calcium chloride and sodium chloride solutions were prepared at water potentials of -0.15; -0.30 and -0.60 MPa. After germination, the radicles were measured and the leaves were used to measure chlorophylls. The results showed that both seeds of organic origin and seeds of conventional origin were more pronouncedly affected by salt stress in the presence of sodium chloride. The reduction in germination of conventional seeds in the presence of calcium chloride was 70.6% and that of organic seeds was 37%. When sodium chloride was used, these reductions reached 90% for conventional seeds and 80% for organic seeds. As for the length of the radicles, it was possible to observe a reduction greater than 30% from the water potential of -0.30Mpa for both salts used. Thus, it is observed that salt stress mainly compromises the initial growth of the plant.

KEYWORDS: Salinization. Horticulture. Sustainability.

INTRODUÇÃO

Com a crescente demanda de produtos agrícolas, os agricultores precisam não só aumentar a demanda de seus cultivos como também melhorar a qualidade dos alimentos produzidos, para isso têm-se o uso recorrente de fertilizantes, que auxiliam no desenvolvimento da planta fornecendo ao solos pobres nutrientes essenciais as plantas como nitrogênio, que é um dos elementos de maior importância na nutrição de plantas, pois é utilizado na síntese de compostos celulares, como a clorofila (LIMA et al., 2001).

O excessivo uso desses produtos, ao invés de auxiliar as plantas em seu desenvolvimento, tem causado o efeito contrário, o acúmulo de sais minerais no solo. O excesso de sais minerais prejudica o processo de absorção de água pelas plantas, como também o transporte de nutrientes minerais. Assim como o uso de água salobra para a irrigação tem contribuído para a salinização dos solos, as altas concentrações de cloretos, impedem a adsorção de nutrientes como o potássio e o cálcio pelas plantas.

“A salinidade inibe o crescimento das plantas em função dos efeitos osmóticos dos sais e, aos efeitos específicos dos íons. Entretanto, tais efeitos dependem de muitos outros fatores, como espécie, cultivar, estágio fenológico, características dos sais, intensidade e duração do estresse salino, manejo cultural e da irrigação e condições edafoclimáticas (ASHRAF e HARRIS, 2004).”

Tanto os nutrientes como a água são essenciais as plantas, podendo assim inibir seu crescimento. É necessário conhecer os limites de tolerância de sais por cada cultura, a fim de que estas não tenham seu rendimento prejudicado pelo uso excessivo de adubos, principalmente os sintéticos, como também pelo uso de água com teores elevados de sais.

Os efeitos do excesso de sais no solo, podem aparecer principalmente no início do desenvolvimento das plântulas, dificultando o processo osmótico e consequentemente afetando a germinação das sementes. Outro fator pertinente é a entrada de íons que em altas concentrações são prejudiciais ao metabolismo da planta.

A salinidade do solo em regiões áridas e semiáridas é resultado de processos naturais de formação do solo, mas o uso inadequado de técnicas de irrigação e falta de sistemas apropriados para a drenagem de solo, também tem mostrado efetiva participação para este processo. Concentrações de sal maiores do que 2.600 mg L^{-1} (cerca de 4 dS m^{-1}) podem diminuir a produtividade de muitas espécies vegetais (CHINNUSAMY et al., 2005).

“Problemas de toxicidade surgem quando os íons na água de irrigação ou no solo se acumulam excessivamente no tecido da planta de tal forma que causam reduções no rendimento, independentemente da concentração total de sais. Este excesso, a princípio, promove um desbalanceamento osmótico celular e, posteriormente, uma toxidez iônica que causa danos ao citoplasma, resultando em danos visíveis principalmente na bordadura e no ápice das folhas mais velhas onde o acúmulo é maior.” (Dias et al., 2016)

E ainda segundo Yoshida (2002), o aumento de NaCl na solução do solo prejudica a absorção radicular de nutrientes, principalmente de potássio e cálcio, interferindo nas funções fisiológicas da planta.

“A salinização dos solos ocorre com a acumulação de determinadas espécies iônicas, sendo o Na^+ e Cl^- os mais frequentes e são considerados os principais íons a prejudicar o metabolismo das plantas. A predominância desses íons no meio de crescimento radicular pode causar toxidez quando eles se acumulam nos tecidos vegetais, acarretar mudanças na capacidade da planta em absorver, transportar e utilizar os íons necessários ao seu crescimento.” (NOBRE et al., 2010)

A sensibilidade e a tolerância das culturas aos efeitos da salinidade podem variar entre espécies e cultivares de uma mesma espécie e, também dependem das condições climáticas da região, do tipo de solo, do método de irrigação, do estágio de desenvolvimento das plantas. (DIAS et al., 2016).

O tomateiro é uma das plantas mais exigentes em adubação, e conforme a etapa de desenvolvimento, a cultivar, a temperatura, o solo, a luminosidade, a umidade relativa e o manejo adotado, os teores médios de nutrientes no tecido vegetal podem variar. O manejo incorreto de técnicas nessa cultura, além do déficit hídrico e acúmulo de íons tóxicos, pode ocasionar problemas na absorção e transporte de nutrientes, acometendo o desenvolvimento da hortaliza (ALVARENGA, 2004).

Quando absorvido e acumulado em grandes quantidades na planta, o sódio se torna altamente tóxico em níveis fisiológicos diferenciados. Em geral, os danos fisiológicos causados pela toxidez de sódio incluem deficiência dos nutrientes como potássio e cálcio, desenvolvimento de estresse hídrico e indução de danos celulares resultantes do desbalanço do sistema de oxi-redução, resultando na produção excessiva de “espécies

reativas de oxigênio” (FARIAS et al., 2009; ARAUJO, 2020).

Com o crescente aumento de solos salinizados, decorrentes de técnicas inadequadas de irrigação e adubação de terras de plantio, é necessário pesquisas que busquem mais informações a respeito das implicações osmóticas e tóxicas em plantas expostas em diferentes níveis salinos.

Para reduzir a utilização de insumos químicos e preservar o meio ambiente em muitos lugares no Brasil tem sido empregado o sistema orgânico de produção de alimentos principalmente entre os pequenos produtores. Este sistema não utiliza insumos químicos e nem sementes geneticamente modificadas.

Segundo a Instrução Normativa do Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento de outubro de 2011; a qual diz que o cultivo de orgânicos deve ocorrer sem a adição de compostos químicos sintéticos, é correta a utilização de sementes orgânicas neste modo de produção (CARLETT et al., 2019).

Sementes orgânicas não são encontradas facilmente pelos produtores e tem custo mais elevado. Existe também um pensamento de que por não receber modificações genéticas ou insumos as sementes orgânicas sejam menos produtivas que as sementes convencionais. Desta forma o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes sais e potenciais hídricos no desenvolvimento inicial de plântulas de tomate obtidas de sementes convencional e orgânica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no laboratório de pesquisa da Unespar campus de Paranavaí. As sementes convencionais foram obtidas comercialmente e as sementes orgânicas foram obtidas da horta orgânica do campus. Para avaliar o efeito do estresse salino foram preparadas soluções de Cloreto de Cálcio (CaCl_2) e Cloreto de Sódio (NaCl) nos potenciais hídricos -0,15; -0,30 e -0,60 MPa. Quanto maior o potencial hídrico, maior será a quantidade de sais presente na solução.

As sementes orgânicas e convencionais foram germinadas em placas de Petri contendo duas folhas de papel de germinação umedecidas em água destilada, que representou o grupo testemunha. O mesmo procedimento foi feito na presença de solução de Cloreto de Cálcio e Cloreto de Sódio nos potenciais osmóticos -0,15; -0,30 e -0,60MPa para a determinação do estresse salino. O grupo testemunha recebeu 4 ml de água destilada e os tratamentos salinos 4 ml de cada solução salina.

As placas foram acondicionadas em câmara de germinação do tipo B. O. D durante 15 dias com fotoperíodo de 12 horas de claro e 12 horas de escuro com temperatura de 25°C. A sementes germinadas foram contadas a cada 24 horas. Para constatar a germinação foi observado a protrusão da radícula (FERREIRA e ÁQUILA, 2000). Após os 15 dias, as radículas das plântulas eram excisadas e medidas com o auxílio de uma régua

milimetrada.

Para a determinação da viabilidade celular, as radículas foram cortadas a 1 cm da coifa e adicionadas em um eppendorff com 2 ml da solução de Azul de Evans 0,25% por 15 minutos. Este corante penetra em células mortas que tiveram a membrana plasmática rompida. Em seguida as radículas foram lavadas e colocadas em água destilada por 30 minutos, logo após foram colocadas em eppendorff com 1,5 ml de dimetilformamida para a extração do corante das células por 50 minutos e em seguida foi realizada a leitura em espectrofotômetro em comprimento de onda de 600 nm.

Para determinação de clorofila foram pesados 0,050 g de folhas frescas de cada tratamento e maceradas com 5 ml de acetona 80%. O extrato foi filtrado e a leitura da absorbância da clorofila foi feita em espectrofotômetro a 663 nm, 645 nm e 652 nm. Os resultados foram expressos em miligrama (mg) de clorofila por grama de peso fresco de tecido foliar. Os cálculos foram feitos segundo equação proposta por Whitham et. al., 1971.

A análise dos dados foi efetuada aplicando-se os procedimentos estatísticos convencionais. O critério de significância adotado foi $P \leq 0,05$ e todos os valores foram expressos como a média de quatro experimentos independentes \pm desvio padrão da média.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos neste estudo mostram que houve redução na porcentagem de germinação das sementes de tomate convencional em todos os tratamentos submetidos à solução salina de CaCl_2 . No tratamento -0,60 a redução chegou a 70,6%. Também foi observada a redução no comprimento das raízes nos tratamentos -0,30 e -0,60 quando comparados ao controle, a redução foi de 6,51% e de 65,8%, respectivamente.

Os resultados apresentados na tabela 1 mostram que o aumento de sal na solução promove a redução do índice de velocidade de germinação (IVG).

	Comprimento da radícula	IVG	% de germinação
Controle	(n= 20) $5,38 \pm 0,81^a$	3,67	85%
-0,15 CaCl_2	(n=17) $6,69 \pm 0,91^{a, b}$	2,86	75%
-0,30 CaCl_2	(n=8) $5,03 \pm 0,95^c$	1,60	45%
-0,60 CaCl_2	(n=8) $1,84 \pm 0,25^d$	0,65	25%

Médias seguidas de letra minúscula diferente, diferem entre si pelo teste de Bonferroni a 5% de probabilidade.

Tabela 01. Comprimento da radícula das plantas convencionais em centímetros (cm), IVG e porcentagem de germinação de sementes de tomate convencional submetidas a solução salina de CaCl_2 .

O tratamento com a solução de NaCl, mostrado na tabela 2, também provocou redução na porcentagem de germinação das sementes. No potencial hídrico de -0,60 a redução na germinação foi de 90,20%. As sementes que germinaram neste tratamento apresentaram redução de 51,96% e de 82,89% nos tratamentos -0,15 e -0,30, respectivamente. Já no tratamento -0,60 não houve o crescimento de radícula. Também é possível observar a diminuição do IGV à medida que a concentração de sal aumenta.

	Comprimento da radícula	IVG	% de Germinação
Controle	(n= 23) 4,85 ± 0,65 ^a	3,80	85%
-0,15	(n=22) 2,33 ± 0,54 ^b	2,85	75%
-0,30	(n=24) 0,83 ± 0,18 ^c	2,43	82,5%
-0,60	0	0,13	8,33%

Médias seguidas de letra minúscula diferente, diferem entre si pelo teste de Bonferroni a 5% de probabilidade.

Tabela 02. Comprimento da radícula das plantas convencionais em centímetros (cm), IVG e porcentagem de germinação de sementes de tomate convencional submetidas a solução salina de NaCl.

Desta forma, pode ser observado que em ambos os tratamentos tanto com a solução salina de CaCl₂ quanto a solução de NaCl apresentou reduções nos parâmetros analisados, quando confrontados ao grupo controle. Evidenciando assim que o crescimento inicial das plântulas é o mais afetado pelo excesso de sal.

Quanto ao tratamento das sementes orgânicas de tomate submetidas a solução salina de CaCl₂ não houve diferença entre a germinação do controle e dos tratamentos -0,15 e -0,30.

Diferentemente do tratamento -0,60 que apresentou uma redução de 37,5%, conforme mostrado na tabela 3. Contudo observou-se redução no crescimento inicial em todos os tratamentos em comparação ao controle. As reduções foram de 26,18% e de 80,98% nos tratamentos -0,30 e -0,60, respectivamente.

	Comprimento da radícula	IVG	% de Germinação
Controle	(n= 21) 5,31 ^a ± 0,84	3,30	80%
-0,15	(n= 26) 5,20 ^a ± 0,98	4,50	97,5%
-0,30	(n= 26) 3,92 ^b ± 0,63	3,37	92,5%
-0,60	(n= 7) 1,01 ^c ± 0,40	0,71	37,5%

Médias seguidas de letra minúscula diferente, diferem entre si pelo teste de Bonferroni a 5% de probabilidade.

Tabela 03. Comprimento da radícula das plantas orgânicas em centímetros (cm), IVG e porcentagem de germinação de sementes de tomate convencional submetidas a solução salina de CaCl₂.

Assim como nos tratamentos da solução de CaCl_2 as sementes orgânicas quando submetidas a solução de NaCl , também apresentaram reduções no número de germinação em todos os tratamentos, como apresentado na tabela 4.

No tratamento -0,60 a redução foi de 98,29%. No tratamento -0,15 e -0,30 a redução foi de 43,67% e de 77,06%, respectivamente. Já no tratamento -0,60 não houve o crescimento de radícula. Também é possível observar a diminuição do índice de velocidade de germinação (IVG) entre os tratamentos.

	Comprimento da radícula	IVG	% de Germinação
Controle	(n= 26) 5,45 ^a ± 1,05	4,46	97,5%
-0,15	(n= 26) 3,07 ^b ± 0,74	3,60	92,5%
-0,30	(n= 26) 1,25 ^c ± 0,37	3,12	90%
-0,60	0	0,08	1,67%

Médias seguidas de letra minúscula diferente, diferem entre si pelo teste de Bonferroni a 5% de probabilidade.

Tabela 04. Comprimento da radícula das plantas orgânicas em centímetros (cm), IVG e porcentagem de germinação de sementes de tomate convencional submetidas a solução salina de NaCl .

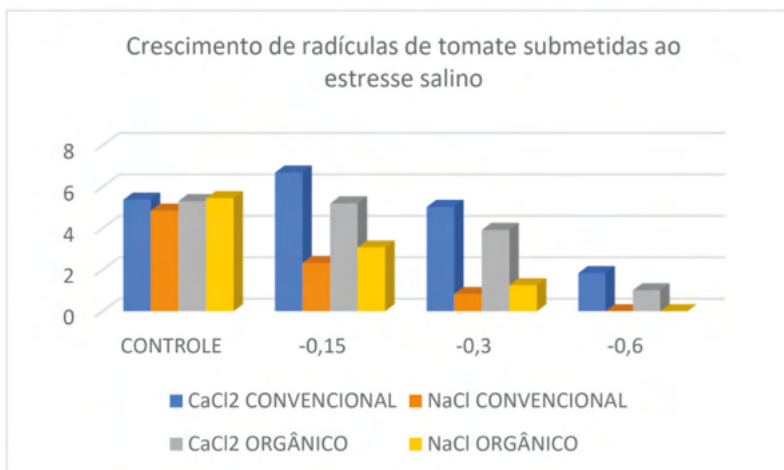


Figura 01. Crescimento de radículas de tomate expostas aos diferentes potenciais hídricos de CaCl_2 e NaCl .

Fonte: Autores.

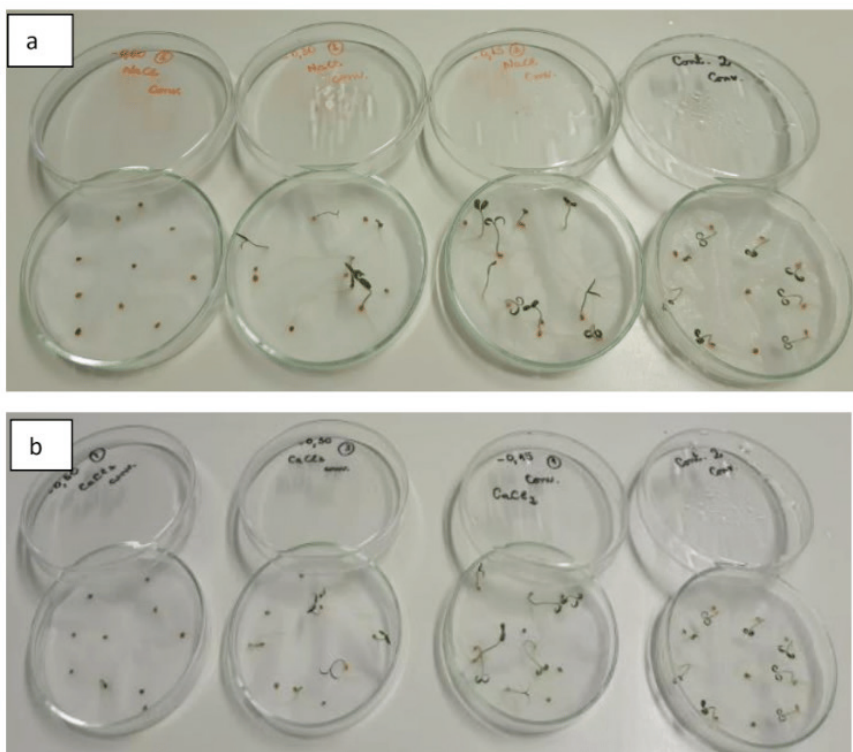
As plantas quando submetidas a algum tipo de estresse tem sua germinação avaliada principalmente pelo fato de se tratar de uma variável discreta. Mas os efeitos importantes sobre o metabolismo da planta estão relacionados ao crescimento inicial.

A Figura 01 mostra o crescimento da radícula das plântulas de tomate. Os resultados

mostram que o estresse provocado pelo NaCl compromete o crescimento das radículas das plantas, comprometendo de forma efetiva no potencial hídrico de -0,6.

Os resultados mostram que o estresse provocado pelo NaCl compromete o crescimento das radículas das plantas, comprometendo de forma efetiva no potencial hídrico de -0,6. Mas estaria ocorrendo morte celular em resposta ao estresse salino?

Para responder esta pergunta foi feito o teste de viabilidade celular das radículas. Os resultados de absorbância não mostraram morte celular nos tratamentos de -0,15 e -0,30 Mpa para ambos os sais. No potencial hídrico de -0,60 em ambos os sais houve redução significativa na germinação das sementes e no crescimento inicial, conforme mostrado na figura 02. Não foi possível realizar todos os testes porque as raízes das plântulas não cresceram o suficiente para a aplicação do protocolo experimental. Este fato colabora com a hipótese de que as células responsáveis pelo crescimento das raízes possam ter morrido devido ao estresse, pois o sal provocou alterações na permeabilidade das membranas celulares que impediram o crescimento das raízes.



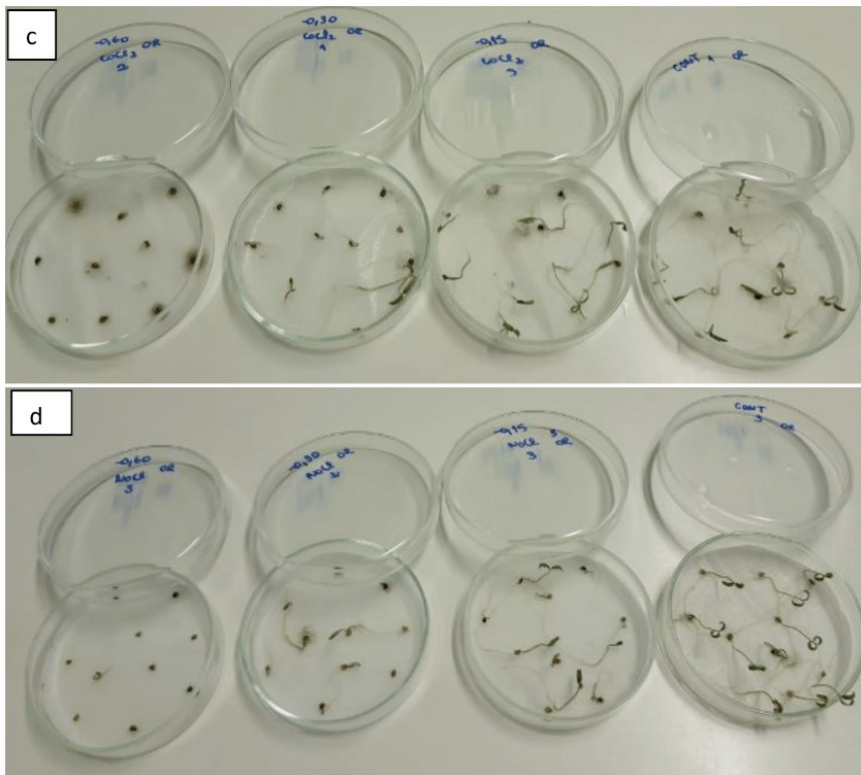


Figura 02: Imagens das placas de Petri em todos os tratamentos. Em todas as imagens a sequência de tratamentos corresponde: -0,6; -0,15; -0,3 e controle. As letras representam os tratamentos, a- Convencional com CaCl_2 , b- convencional com NaCl , c- orgânico com CaCl_2 ; d- orgânico com NaCl .

Fonte: autores.

Quanto às análises dos teores de clorofilas, apresentado nas Figuras 03 e 04, foi possível observar que no potencial hídrico de -0,15 Mpa para ambos os sais houve um aumento no teor de clorofila a e as folhas das plântulas de tomates orgânicos apresentaram ainda aumento nos teores de clorofilas totais. Graciano et al., (2010) estudando estresse salino em amendoim encontrou aumento dos teores dos pigmentos fotossintéticos das plantas submetidas aos diferentes níveis de salinidade e os maiores aumentos foram nos teores de clorofila a. É possível que o aumento dos níveis de clorofila seja uma resposta adaptativa ao estresse.

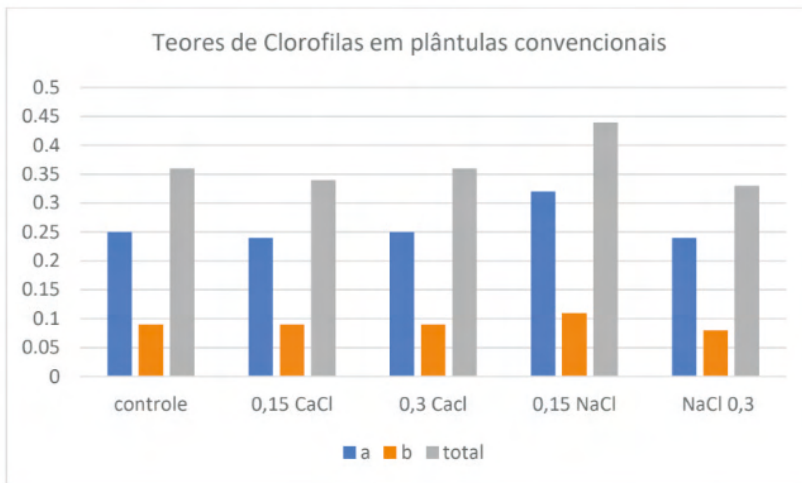


Figura 03: Teores de clorofilas em plântulas de tomate convencionais submetidas aos tratamentos com sais de cálcio e sódio. Os resultados obtidos de absorvância de clorofila foram calculados em mg de clorofila/grama de folhas frescas.

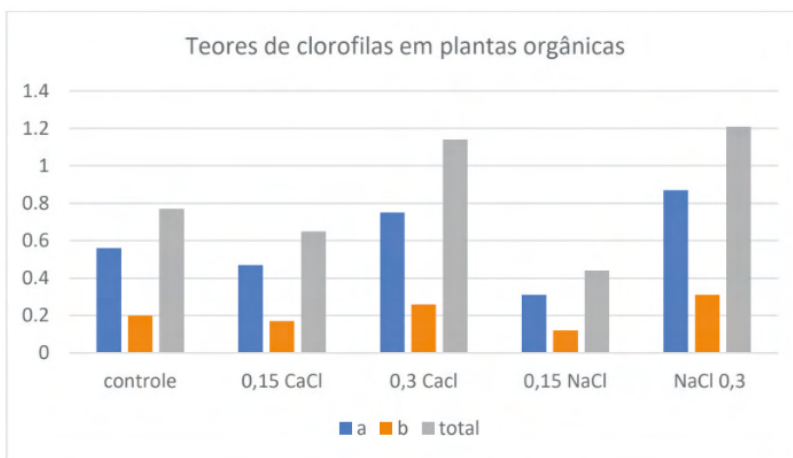


Figura 04: Teores de clorofilas em plântulas de tomate orgânico submetidas aos tratamentos com sais de cálcio e sódio. Os resultados obtidos de absorvância de clorofila foram calculados em mg de clorofila/grama de folhas frescas.

O estresse salino altera a disponibilidade de recursos minerais, reduzindo a atividade dos íons em solução e alterando os processos de absorção, transporte, assimilação e distribuição de nutrientes na planta (FARIA et al., 2009). Todos estes fatores comprometem o crescimento inicial da planta que começa pela raiz. Além do mais o excesso de sais pode comprometer processos fisiológicos e bioquímicos. Causando na planta prejuízos na fotofosforilação, cadeia respiratória, síntese de proteínas, como também no metabolismo de lipídios e assimilação do nitrogênio ao inibir a síntese de enzimas que agem como

cofatores nesses processos (PINHEIRO, et. Al., 2013; VIUDES; SANTOS, 2014).

CONCLUSÕES

Este trabalho mostrou que tanto as sementes convencionais como as sementes orgânicas foram suscetíveis ao estresse salino, durante seu crescimento inicial. Contudo, o aumento da salinidade não afetou drasticamente os teores de clorofila a, b e total nas plântulas convencionais e orgânicas.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, M. A. R. Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia. Viçosa: Ed. da UFV, 2004.

ARAÚJO, F. S. de. **Expressão gênica de tioredoxinas h em eucalipto em resposta ao estresse salino**. 2020. Dissertação de Mestrado. Brasil.

ASHRAF M.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**, v. 166, n. 01, p. 3-16, 2004.

CARLETT, A. R. GARCIA, R. C., KOEFENDER, E., CERNY, B. L. M., & NOVACK, T. R. Não Conformidades Aplicadas a Produtores Orgânicos Certificados pelo TECPAR no Oeste e Sudoeste do Paraná. **Cadernos de Agroecologia**, v. 14, n. 1, 2019.

CHINNUSAMY, V., A. JAGENDORF E J. ZHU. 2005. Entendendo e melhorando a tolerância ao sal nas plantas. **Crop Sci**. 45: 437-448. doi: 10.2135 / culturasci2005.0437.

DIAS, NILDO, et al. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In: DIAS, NILDO. **Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2016. P. 151-162. Disponível em: < <https://ppgea.ufc.br/wp-content/uploads/2018/04/manejo-da-salinidade-na-agricultura.pdf>>.

FARIAS, S.G.G.; SANTOS, D.R.; FREIRE, A.L.O.; SILVA, R.B. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Steud) em solução nutritiva. **Revista brasileira de ciências do solo**. v.33, n. 5, 2009.

FERREIRA, A.G.; ÁQUILA, M.E.A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12, p. 175-204. Edição especial 2000.

GRACIANO, E. S.A. et al. Crescimento e capacidade fotossintética da cultivar de amendoim BR 1 sob condições de salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 8, p. 794-800, 2011.

LIMA, E. do V. et al. Adução NK no desenvolvimento e na concentração de macronutrientes no florescimento do feijoeiro. **Scientia Agrícola**, v.58, p.125-129, 2001.

NOBRE, Reginaldo Gomes et al. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Rev. Ciênc. Agron.**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 358-365, Sept. 2010.

PINHEIRO, G.G.; ZANOTTI, R.F.; PAIVA, C.E.C; LOPES, J.C.; GAL, Z.T. Efeito do estresse salino em sementes e plântulas de feijão guandu. **Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia**, v.9, N.16; p. 901-9012, 2013.

VIUDES, E.B.; SANTOS, A.C.P. Caracterização fisiológica e bioquímica de Artemísia (*Artemisia annua* L.) submetida a estresse salino. **Colloquium Agrariae**, v. 10, n. 2, p. 84-91, 2014.

WHITHAM, F. H.; BLAYDES, D. F.; DEVLIN, R. M. **Experiments in plant physiology**. New York: D. Van Nostrand Company, 1971, p.55-58.

CAPÍTULO 7

ECOPHYSIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF SORGHUM GENOTYPES SUBMITTED TO WATER DEFICIT TOLERANCE

Data de aceite: 21/09/2021

Maria Lúcia Ferreira Simeone

Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3365739098963519>

Paulo César Magalhães

Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6345380739703345>

Newton Portilho Carneiro

Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0845136809721480>

Carlos César Gomes Júnior

Universidade Federal de Alfenas
Instituto de Ciências Naturais
Alfenas, MG – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3214655794405009>

Roniel Geraldo Avila

Instituto Federal Goiano
Rio Verde, Go – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3675568047089505>

Thiago Corrêa de Souza

Universidade Federal de Alfenas
Instituto de Ciências Naturais
Alfenas, MG – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2834667104138232>

Antônio Carlos de Oliveira

Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0976504965724109>

ABSTRACT: Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.)] is one of the most drought tolerant cereal and many studies have been done to understand the mechanisms involved in this process. In this work, we evaluated in the greenhouse the effects of different levels of water stress on the ecophysiological characteristics and accumulation of soluble sugars in two contrasting sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] inbred lines for drought tolerance: 9910032 (tolerant) and 9618158 (sensitive). Water stress was imposed in both genotypes at pre-flowering growth stage for two different time exposure: mild (6 days of drought); severe (12 days). Recovery treatments for each drought treatment were also done at six days after the stress. Sensitive and tolerant genotypes showed lower stomatal conductance and leaf water potential for all types of stress when compared to irrigated treatments. An increase in total soluble sugar content was observed in leaves of the two sorghum genotypes however higher in the tolerant line. Overall, the genotype 9910032 presented higher photosynthetic rate and grain yield in relation to the sensitive genotype 9615818, in the same water condition. These results indicated that sugar content is modified under water deficit conditions indicating that it might be involved in plant protection.

KEYWORDS: Drought tolerance, evapotranspiration rate, photosynthetic rate, soluble sugars, grain yield.

RESUMO: O sorgo [*Sorghum bicolor* (L.)] é um dos cereais mais tolerantes à seca e muitos estudos têm sido realizados para entender os mecanismos envolvidos neste processo. Neste

trabalho, avaliamos em casa de vegetação os efeitos de diferentes níveis de estresse hídrico sobre as características ecofisiológicas e acúmulo de açúcares solúveis em duas linhagens contrastantes de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] para tolerância à seca: 9910032 (tolerante) e 9618158 (sensível). O estresse hídrico foi imposto em ambos os genótipos na fase de crescimento pré-floração para dois tempos de exposição diferentes: leve (6 dias de seca); grave (12 dias). Tratamentos de recuperação para cada fase também foram feitos seis dias após o estresse. Os genótipos sensível e tolerantes apresentaram menor condutância estomática e potencial hídrico foliar para todos os tipos de estresse quando comparados aos tratamentos irrigados. Um aumento no teor de açúcar solúvel total foi observado nas folhas dos dois genótipos de sorgo, porém maior na linha tolerante. De maneira geral, o genótipo 9910032 apresentou maior taxa fotossintética e rendimento de grãos em relação ao genótipo sensível 9618158, na mesma condição hídrica. Esses resultados indicaram que o teor de açúcar é modificado sob condições de déficit hídrico, indicando que ele pode estar envolvido na proteção da planta.

PALAVRAS - CHAVE: Tolerância a seca, taxa de evapotranspiração, taxa fotossintética, açúcares solúveis, rendimento de grãos.

INTRODUCTION

Global climate has been causing changes in the period and the distribution of the rainfall bringing deep consequences to the agriculture. Besides that, the competition and use of the water by other sources have restricted the water mainly in the irrigated areas (Osakabe et al. 2014). Due to complex traits, a lot of research has been done to understand plant responses to water deficit; however, the combined responses describing the effects of drought and re-watering are limited (Filippou et al. 2011, Devnarain et al. 2016). Some plant adaptation to abiotic stresses is associated with metabolic adjustments that lead to the accumulation of organic solutes including soluble carbohydrates (Rosa et al. 2009). Carbohydrates in different forms are known to serve in diverse functions. Soluble sugars do not only function as metabolic resources and structural constituents of cells but also act as signals regulating various processes associated with plant growth and development (Loreti et al. 2001 and Slewinski 2012). Responses of carbohydrate metabolism to drought stress vary with forms of carbohydrates, plant species, and stress duration or severity (Yang et al. 2013). The accumulation of SS has been considered one of the major traits for improving drought resistance in some plant species such as reported in durum wheat *Triticum durum* (AL Hakimi et al. 1995) and other studies (Yang et al. 2013, Boyles et al., 2019).

Sorghum bicolor (L.) Moench is the fifth most important grain crop of the world, with 67 million tons produced during 2014 (FAO 2015) and constitute the major source of proteins for millions of people from African and Asia (Dicko et al., 2006). In Brazil, the production is used mainly for animal feeding (McCuistion et al., 2019). The sorghum crop is one of the most water deficit tolerant among other cereals. It is a C4 plant of short day and high photosynthetic rates. Sorghum responds to drought stress through various biochemical

metabolic adjustments (Araya et al. 2018). Water deficit tolerance of sorghum has been attributed to morphological and physiological factors such as the dense roots system, the ability to maintain stomatal opening and photosynthesis at low water potentials. For this reason, the sorghum has been a good choice for grain and forage in situations where the water deficit offers more risks to other crops, such as maize. The objective of this study is to associate ecophysiological characteristics and soluble sugars of sorghum genotypes under water stress and re-watering and use it for identification of sorghum genotypes more tolerant to water deficit stress of a breeding program.

MATERIAL AND METHODS

The experiments were carried out in Sete Lagoas - MG (19°28 'S, 44°15'08' 'W, 732 m altitude). The plant material consisted of two contrasting sorghum genotypes for drought tolerance, genotype 9910032 tolerant and genotype 9618158 sensitive. These genotypes were previously tested and selected by the group of researchers from the Embrapa (SOUZA et al. 2013). The experimental design was completely randomized with four treatments (genotype 9910032 irrigated and under water deficit, genotype 9618158 irrigated and under water deficit).

The plants were cultivated in 20 L plastic pots containing Typical Dystrophic Red Latosol. The soil water content was monitored daily between 9 AM and 3 PM using a GB Reader N1535 moisture sensors (Measurement Engineering, Australia) installed in the center of each pot at the 20 cm depth. The irrigation water replacement was performed based on the readings with the sensor and the water returned to the field capacity during the period before the imposition of the treatments. The water replacement calculations were performed according to the water retention curve of the soil. In parallel, all the necessary cultural and phytosanitary treatments were carried out, according to the demand of the sorghum crop. The experimental unit was composed of the pot, containing two plants and four replicates per treatment.

Upon reaching pre-flowering growth stage, half of each initial treatment was submitted to water deficit (WD) and the other half continued to receive irrigation daily in order to maintain soil moisture near field capacity (FC), with soil water tension of -18 kPa. Exposure to WD was imposed by the daily supply of 50% of the total available water until the water tension in the soil reached a minimum of -138 kPa, which was maintained for a period of twelve days. During this period four evaluations were performed at 6 and 12 days of stress. After this period, the rehydration was accomplished up to field capacity, after 24h the last physiological evaluation was carried out. Irrigation was maintained until the end of the crop cycle to obtain growth and yield data.

Biophysical analyzes

The gas exchange and photosystem II efficiency evaluations occurred between

9h and 10h with an infrared gas analyzer (IRGA), model LI 6400 (LI-COR, Lincoln, NE, USA), equipped with with a fluorometer (LI-6400-40, LI-COR Inc.) on the second leaf below the flag leaf. The relative chlorophyll content and/or SPAD index was determined using the chlorophyllometer (MODEL SPAD 502, Minolta, Japan). Leaf water potential was also measured using a Scholander pressure pump at noon (Ψ_{md}).

Carbohydrate Analysis

For the quantification of soluble sugars, 5 mm leaf discs from the third leaf of sorghum plants, for each stress period and controls, were ground in liquid nitrogen, and fifty mg of frozen tissue powder was extracted in 395 μ L methanol. The extracts were incubated at 70 °C for 15 min with continuous shaking at 4,000 rpm followed by the addition of 200 μ L chloroform and, a new incubation at 37 °C for 5 min in continuous shaking at 4,000 rpm. After the incubation, 1400 μ L of ultrapure water were added to the extracts and the samples were then vortexed and centrifuged at 13,000 g for 5 min. The aqueous phase was filtered through PTFE membranes of 0.45 μ m and transferred to vials with a capacity of 2 mL, which were analyzed by HPLC (Waters 2695 Alliance, Milford, MA, USA) using a Phenomenex column (RCM-Ca). The mobile phase used was ultrapure water flow of 0.6 mL min⁻¹ and column temperature at 65°C. The detector was the Refractive Index (Milford, MA, USA) working at 40 °C. Analytical curves were produced by using sucrose, glucose and fructose as standards (Sigma-Aldrich) with 99.5% purity, respectively. Sucrose, glucose and fructose in the samples were detected by comparison to standard retention time.

Agronomic parameters

At the end of the plant cycle (physiological maturity), the height of the plants, the length of the panicle and the diameter of the stem were measured. Later, the panicles were harvested and dried in a stove with air circulation, at 65°C, for 72h. The dry grain biomass was obtained using 100 grains.

Statistical analysis

The data was analyzed by preliminary statistical tests applied to match or not the results to analysis of variance (ANOVA). The Scott-Knott test at 5% probability was used to test all contrast between treatments within each time of evaluation with Sisvar software (Ferreira, 2008).

RESULTS

Leaf water potential reduced with water deficit independent of genotype (Figure 1-A). The lowest values were verified at 12 days of stress. After the rehydration, there was a recovery of the leaf water potential of the plants that was under stress, but it was not enough to reach the values exhibited by the plants that were under field capacity. In all the analyzed periods no statistical differences between the genotypes in this water condition

were verified. At 12 days, the plants that were in field capacity presented a reduction in leaf water potential, but in the fourth evaluation, when the plants that were under water deficit were rehydrated, these values were already similar to those of the first evaluation. However, it is important to note that in this condition, plants of the tolerant genotype 9618158 exhibited higher values of this variable.

The foliar temperature (Figure 1-B) showed results inverted compared to that the water potential. There was an increase in leaf temperature at 12 days of treatment, being the highest values found in the genotypes that were under water deficit, which did not differ among them. On the other hand, in field capacity, the highest leaf temperature was verified in genotype 9910032. After rehydration, the genotypes that were under water deficit reduced the leaf temperature, so that the drought tolerant 9910032 matched its control under field capacity, and the drought-sensitive 9618158 showed the lowest temperature among all treatments.

The chlorophyll index (Figure 2-A) decreased in both genotypes under water deficit after twelve days of treatment, with the lowest values of these variables being verified in the drought-sensitive genotype 9618158. With rehydration, the chlorophyll index was similar between the plants which were under water deficit, but still remained below those of their controls, which remained throughout the experimental period under field capacity. The F_v'/F_m' ratio (Figure 2-B) with up to twelve days of treatment exhibited the same behavior as the chlorophyll index. However, with rehydration the genotypes that were under water deficit increased the values of the F_v'/F_m' ratio, but it was not sufficient to match the plants that remained the entire experimental period under field capacity. Among the genotypes that were under water deficit, the drought tolerant 9910032, exhibited higher F_v'/F_m' ratio when compared to the sensitive genotype 9618158.

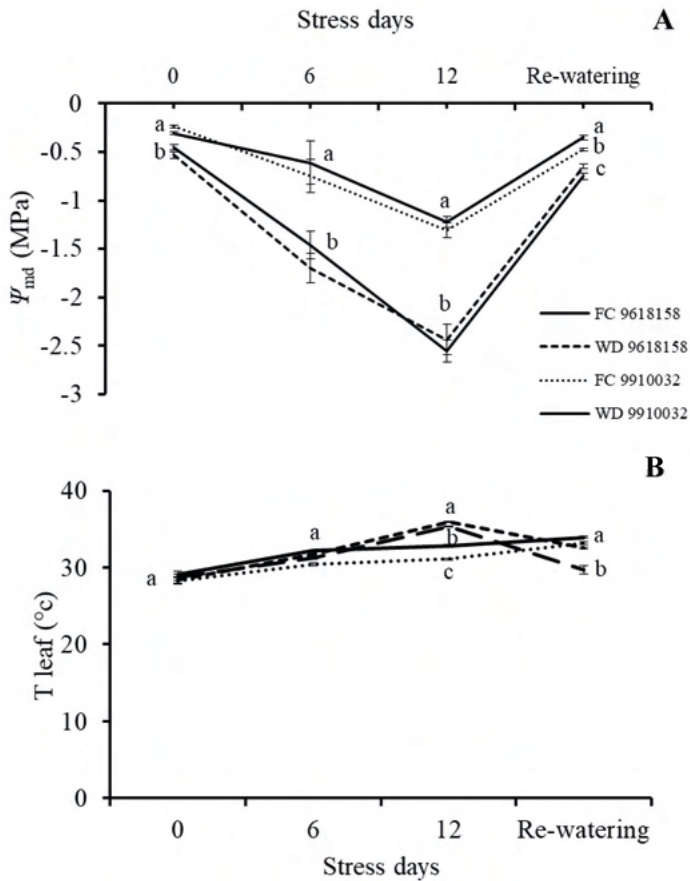


Figure 1- Temporal analysis of water potential at noon (Ψ_{md}) (A) and foliar temperature in two sorghum genotypes (B), contrasting for drought tolerance, cultivated under different levels of water in the soil. FC = field capacity. WD = water deficit. Averages followed by the same letter at each evaluation time do not differ statistically from each other by the Scott-Knott test at 5% probability. The bars represent the standard error of the means of four replicates.

For the photosynthetic rate (Figure 3-A), it was verified that the begin of treatment, the genotype 9910032, under field capacity, exhibited the highest values among the other treatments, which did not differ among themselves. In the 6th day of treatment, the plants in field capacity showed values similar and superior to those that were under water deficit. In this last water condition, the plants of the drought tolerant genotype 9910035 exhibited a higher photosynthetic rate. With twelve days of treatment the genotypes that were under water deficit had the lowest photosynthetic rates observed during the whole experimental period.

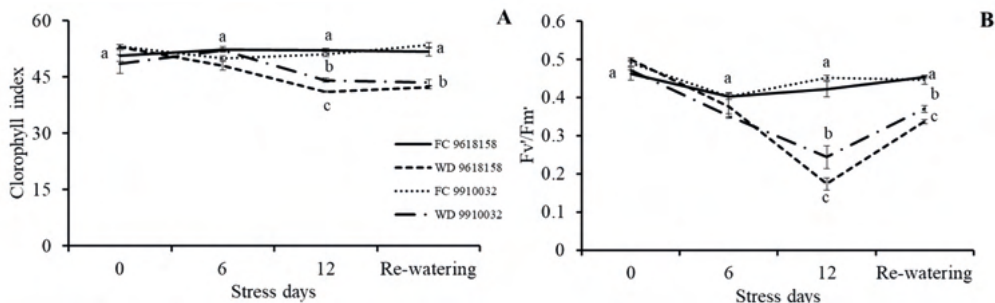


Figure 2 - Temporal analysis of the chlorophyll index (A) and the Fv ' /Fm' (B) ratio in two sorghum genotypes contrasting for drought tolerance cultivated under different soil water levels. FC = field capacity. WD = water deficit. Means followed by the same letter at each sampling time do not differ statistically by the Scott-Knott test at 5% probability. The bars represent the standard error of the means of five replicates.

In this period, both in field capacity and in water deficit, the plants of the drought tolerant genotype 9910032 exhibited a higher photosynthetic rate. In the rehydration, the plants of the genotypes that were under water deficit increased the photosynthetic rate, but still presented lower values than the plants in field capacity. At this time of evaluation there was no differentiation between genotypes within the same water condition.

The stomatal conductance (Figure 3-B) at time zero did not vary significantly between treatments. On the other hand, transpiration (Figure 3-C) was higher in plants that were under field capacity compared to those under water deficit. Within the same soil water level, there were no differences for this variable among the genotypes. From the sixth day of treatment, the plants under water deficit maintained the stomatal conductance and the transpiratory rate lower than the plants under field capacity. On the sixth day specifically, the genotype plants in field capacity did not differ from each other. On the other hand, among the plants under water deficit, those of the drought tolerant genotype 9910032 exhibited greater stomatal conductance and transpiratory rate.

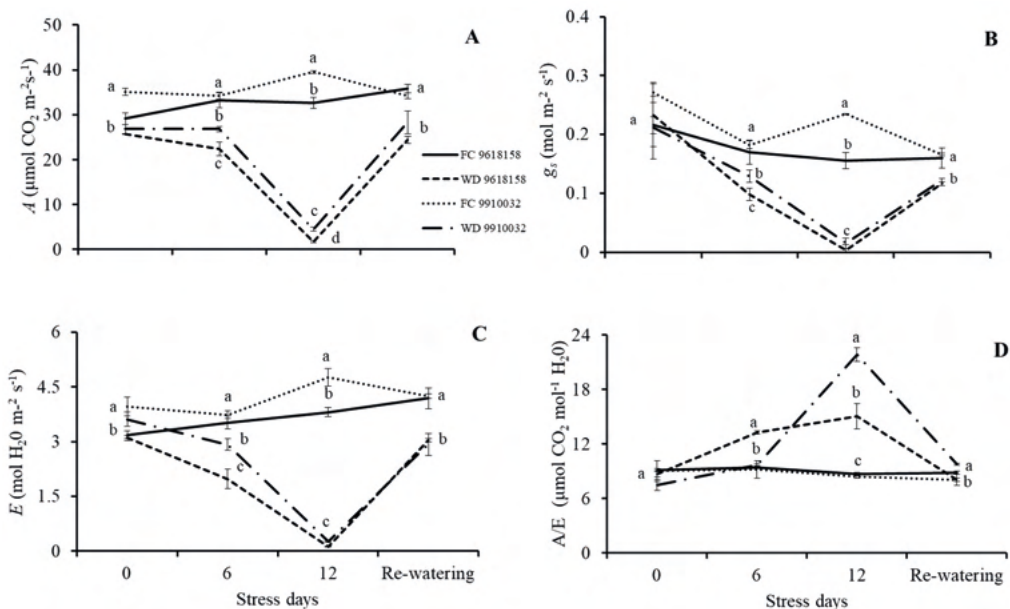


Figure 3 - Temporal analysis of photosynthetic rate (A), stomatal conductance = g_s (B), transpiration rate = E and water use efficiency = A/E (D) in two sorghum genotypes contrasting for drought tolerance cultivated under different under different soil water levels. FC = Field capacity. WD = Water deficit. Means followed by the same letter at each evaluation time do not differ statistically from each other by the Scott-Knott test at 5% probability. The bars represent the standard error of the means of four replicates.

After twelve days of treatment, genotypes under water deficit reached the lowest stomatal conductance and transpiratory rate, but there were no differences among the genotypes for these variables. In contrast, among the plants in field capacity, those of the tolerant genotype 9910032 exhibited greater stomatal conductance and transpiration. After rehydration, plants that were under water deficit increased the values of these variables, but still maintained values lower than their controls in field capacity. At this time of analysis there were no differences between genotypes within the same soil water level for stomatal conductance and transpiration.

Water use efficiency (Figure 3-D) did not differ between genotypes at the time zero. With six days of treatment, the plants of the genotype susceptible to drought 9618158 that were under water deficit increased the efficiency in the use of water, while the other treatments remained constant. With twelve days of treatment the highest values of this variable were observed in plants of the genotype tolerant to drought 9910032 followed by those of genotype 9618158, both under water deficit. Among the genotypes that were in field capacity there were no differences. With rehydration, plants of genotype 9618158 that were under water deficit reduced water use efficiency to levels similar to those of the control. This reduction was also verified in genotype 9910032, however, they still had higher values

in relation to the other treatments.

The sucrose content (Figure 4-A) at time zero was higher in the genotype 9910032 plants in field capacity, followed by those of the genotype 9618158 under water deficit and did not differ in the other treatments. With six and twelve days of treatment, there was an expressive increase in the content of this disaccharide in the plants that were under water deficit in relation to those that remained in the field capacity. Regarding the plants that were under water deficit, those of the tolerant genotype 9910032 were those that presented the highest content of sucrose. In contrast, in the field capacity, the highest sugar content was verified in plants of the sensitive genotype 9618158.

The content of glucose (Figure 4-B), fructose (Figure 4-C) and total sugars (Figure 4-D) exhibited the same behavior for all genotypes throughout the experimental period. For this, it was verified that with zero and twelve days of water treatment, the highest contents of these carbohydrates were verified in the tolerant genotype 9910032 under field capacity, in relation to the other treatments, which did not differ among them. With six days of treatment and in rehydration the content of these sugars was higher in plants of the tolerant genotype 9910032 under water deficit, followed by their respective control in field capacity. At these evaluation times, the sensitive genotype 9618158 did not show differences between the water treatments.

Plant height and panicle length were not influenced by water deficit (Table 1). For this it was found that the plants of the tolerant genotype 9910032 exhibited higher plant height and panicle length relative to the plants of the sensitive genotype 9618158. In contrast, the stem diameter was higher in plants of the susceptible genotype 9618158 at field capacity, followed by plants of genotype 9618158 under water deficit and those genotype 9910032.

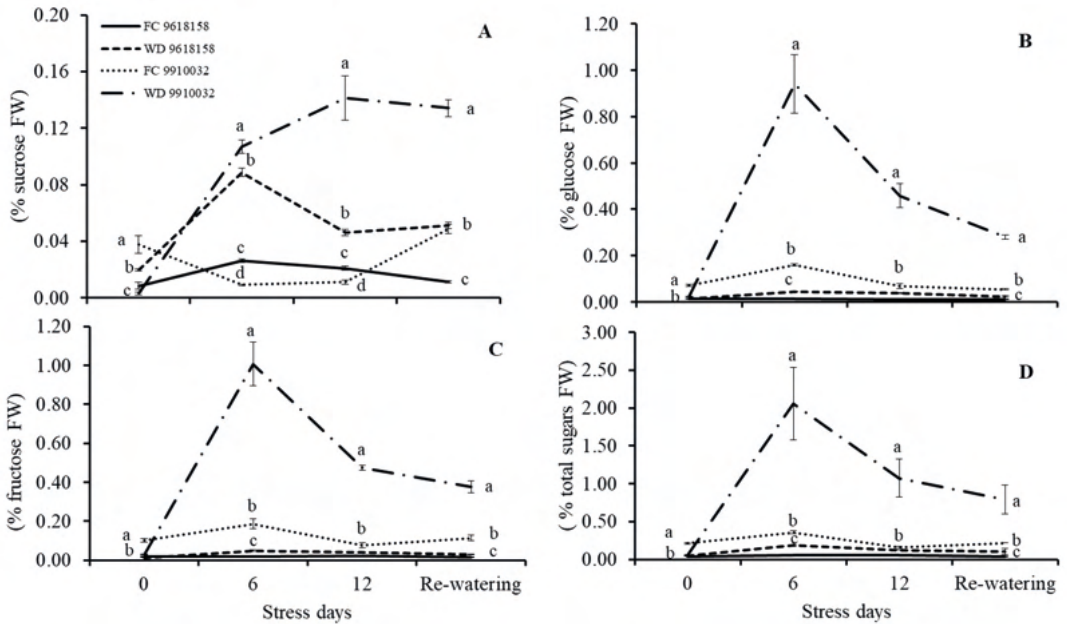


Figure 4 - Temporal analysis of the sucrose gradient (A), glucose (B), fructose (C) and total sugars (D) in two sorghum genotypes, contrasting for drought tolerance cultivated under different soil water levels. FC = Field capacity. WD = Water deficit. Means followed by the same letter at each evaluation time do not differ statistically from each other by the Scott-Knott test at 5% probability. The bars represent the standard error of the means of four replicates.

Panicle diameter was significantly influenced by drought. A reduction of 20.77% in panicle diameter in plants of genotype susceptible to drought 9618158 and only 7.71% in plants of the tolerant genotype 9910032 was observed. Among the treatments at field capacity there were no significant differences.

Panicle dry mass and grain dry mass were influenced by both genotype and drought. Thus, it was verified that the highest grain dry biomass and panicle were verified in the genotype plants in field capacity and that, in this water condition, the tolerant genotype 9910032 presented the highest values for this variable. Comparing the same genotype between the two water levels in the soil, there was a reduction of 38.45% in the panicle dry biomass and 41.02% in the grain dry biomass for the plants of the drought-sensitive genotype 9618158 and 24.81% and 24.81%, respectively, in the plants of the drought-tolerant genotype 9910032.

	9618158		9910032	
	FC	WD	FC	WD
PH (cm)	65.94 b	66.56 b	70.46 a	70.62 a
SD (cm)	20.91 a	19.95 b	19.86 b	18.41 c
PL (cm)	18.84 b	18.81 b	24.40 a	25.40 a
PD (cm)	43.46 a	34.43 c	44.31 a	40.89 b
PDM (g)	52.34 b	32.20 c	70.00 a	52.54 b
GDM (g)	35.42 b	20.89 c	47.75 a	35.90 b
M100G (g)	2.15 a	1.64 b	1.95 a	1.56 b

FC: Field capacity. WD: water deficit.

The means followed by the same letter in the line do not differ statistically from one another by the Scott-Knott test at the 5% probability level.

Table 1 - Plant height (PH), stem diameter (SD), panicle length (PL), panicle diameter (PD), panicle dry mass (PDM), dry grain mass (GDM) and dry mass of 100 grains (M100G) from drought contrast sorghum plants submitted to water stress at pre-flowering.

In this way, it can be noticed that the greatest drought-induced reductions on these variables occurred in the plants of the sensitive genotype 9618158. The dry matter of 100 grains was higher in the genotypes in field capacity in relation to those under water deficit.

DISCUSSION

The genotype 9910032 confirmed its drought tolerance behavior, exhibiting a reduction in grain yield of only 24.81%, a value significantly lower than the 41.02% observed in the susceptible genotype 9618158. It is worth mentioning that genotype 9910032 exhibited a higher yield also in the field capacity. Therefore, in order to verify which genotype maintained a more stable production after the period of water deficit in the pre-flowering, we worked with the percentage of reduction in grain production.

One of the main reasons of the reduction in grain production caused by drought is due to the entropy that this stressful environmental factor causes in the gas exchanges (Lavinsky et al. 2015). With the onset of stress, plants alter their metabolism making their water management more effective. For this, is observed, an increase in the biosynthesis of abscisic acid, a plant hormone highly responsive to drought, which regulates, among others, the stomatal closure (Sharp and Lenoble 2002).

The strategy of reducing stomatal opening and consequently stomatal conductance is highly feasible in a water deficit scenario, since it reduces leaf water loss by reducing the transpiration rate (Chaves et al. 2002). However, with stomatal closure, plants lose their efficiency in dissipating latent heat and reducing the absorption of carbon dioxide (CO₂) (Avila et al. 2017). Therefore, the internal concentration of CO₂ near the catalytic sites of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase / oxigenase (Rubisco) is reduced and the plant has

its photosynthesis affected, in a process known as stomatal limitation (Ghannoum, 2008). In this work, it was verified that as the days of stress increased, the genotypes that were under water deficit reduced their stomatal conductance, transpiratory rate and photosynthetic rate. In this sense, upon reaching 12 days of treatment, they exhibited the lowest values of these variables, but a higher leaf temperature.

It is important to emphasize that in this physiological state, the Calvin cycle operates at a lower rate and therefore, consumes less NADPH reducing power, causing chloroplasts to become highly reduced and conducive to the formation of reactive oxygen species (ROS). The ROS at low concentrations are signaling molecules, however, at high concentrations they can promote the oxidation of chlorophyll, membrane and protein molecules, among them the D1 proteins of photosystem II (Edreva, 2005; Gill and Tuteja 2010). With the oxidation of the chlorophyll molecules and the D1 protein, the photochemical apparatus has its reduced efficiency which incisively compromises the transport of electrons. With lower electron transport rate, there is a lower production of the energy molecules, ATP and NADPH, which are essential for various processes in the plant, including CO₂ assimilation. In this state, photosynthesis is reduced by a process referred to biochemical limitation, which can be observed by the reduction in the photosynthetic rate and the Fv/Fm and/or Fv'/Fm' ratio.

In this work, it was verified that stress-treated plants, regardless of genotype, showed a marked reduction in chlorophyll content and in the Fv'/Fm' ratio, as there was an increase in days of stress and reduction in potential leaf water. However, the plants of the tolerant genotype 9910032 with twelve days of stress had a higher Fv'/Fm' ratio and higher photosynthetic rate, indicating a lower biochemical damage (Grassi and Magnani, 2005).

Therefore, it is suggested that during stress, the plants of the drought-tolerant genotype 9910032 maintained a greater production of photoassimilates, which are important, among others, for the maintenance of the development of the reproductive organs. Thus, it may be related to the larger panicle diameter and grain yield observed in the plants of this genotype. In fact, the ability to maintain high photosynthesis values is a striking feature of drought tolerant genotypes (Cattivelli et al. 2008). This hypothesis can be sustained by verifying that the in general genotype 9910032 irrigated, also presented higher photosynthetic rate and grain yield in relation to the sensitive genotype 9615818, in the same water condition.

In addition to their contribution to grain filling, sugars produced during drought can contribute to drought tolerance, acting as compatible osmoregulatory agents (Mohammadkhani and Heidari, 2008). In fact, during water stress a drastic reduction in the cellular water potential occurs. In response, the cell changes the levels of ionic solutes in the vacuole, such as potassium, chlorine and calcium, as a strategy to maintain the rate of water absorption. However, for a water balance to occur between vacuoles and cytosols, there is a need to produce and accumulate compatible organic compounds, such as proline and soluble sugars in cytosol. The accumulation of sugars in the leaves may also

have a protective effect against ROS, especially $^1\text{O}_2$ and OH^- formed during processes with electron transfer in leaf and root tissues, since these ROS are not eliminated enzymatically (Sami et al. 2016) .

In view of the significant increase in sugar content in leaves of the tolerant genotype 9910032 during drought, it is suggested that this is a physiological mechanism used by this genotype to protect the photosynthetic apparatus from the deleterious effects of drought and thus tolerate it. In this context, they deserve more studies, since in the future it can be inserted in breeding programs in order to develop sorghum plants with a higher degree of tolerance to drought.

CONCLUSIONS

The drought-tolerant genotype 9910032 showed a higher sugar biosynthesis suggesting that this may be one of the mechanisms of protection of the photosynthetic apparatus during the water deficit. This mechanism gives it a higher photosynthetic rate and grain yield during drought when compared to the drought-sensitive genotype 9618158, which does not have this mechanism.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors are grateful to the Research Foundation of the State of Minas Gerais (FAPEMIG) for providing student fellowships and research grants (process number 3013/2014) to Embrapa Milho e Sorgo.

REFERENCES

- Avila, R.G.A.; Magalhães, P.C.; Alvarenga, A.A.; Lavinsky A.O.; Campos, C.N.; Souza, T.C.; Gomes-Júnior, C.C. 2016. Drought-tolerant maize genotypes invest in root system and maintain high harvest index during water stress. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo** 15: 450-460.
- Al Hakimi, A.; Monneveux, P.; Galiba, G. 1995. Soluble sugars, proline and relative water content (RWC) as traits for improving drought tolerance and divergent selection for RWC from *Triticum polonicum* into *Triticum durum*. **Journal of Genetics and Breeding** 49: 237-244.
- Araya, A.; Kisekka, I.; Gowda, P. H.; Prasad, P.V.V. 2018. Grain sorghum production functions under different irrigation capacities. **Agricultural Water Management** 203: 261-271.
- Boyles, R.E.; Brenton, Z.W.; Kresovich, S. 2019. Genetic and genomic resources of sorghum to connect genotype with phenotype in contrasting environments. **The Plant Journal** 97: 19-39.
- Cattivelli, L.; Rizza, F.; Badeck, Fran-W.; Mazzucotelli, E.; Mastrangelo, A.M.; Francia, E.; Marè, C.; Tondelli, A.; Stanca, A.M. 2008. Drought tolerance improvement in crop plants: An integrated view from breeding to genomics. **Field Crops Research** 105: 1-14.

Chaves, M.M.; Pereira, J.S.; Maroco, J.; Rodrigues, M.L.; Ricardo, C.P.P.; Osório, M.L.; Carvalho, J.; Faria, T.; Pinheiro, C. 2002. How plants cope with water stress in the field. Photosynthesis and Growth. **Annals of Botany** 89: 907–916.

Devnarain, N.; Crampton, B.G.; Chikwamba, R.; Becker, J.V.W.; O'kenney, M.M. 2016. Physiological responses of selected African sorghum landraces to progressive water stress and re-watering. **South African Journal of Botany** 103: 61–69.

Dicko, M.H.; Gruppen, H.; Traoré, A.S.; Voragen, A.G.J.; Van Berkel, W.J.H. 2006. Sorghum grain as human food in Africa: relevance of content of starch and amylase activities. **African Journal of Biotechnology** 5: 384-95.

Edreva, A. 2005. Generation and scavenging of reactive oxygen species in chloroplasts: a submolecular approach. Agriculture, **Ecosystems & Environment** 106: 119-133.

Filippou, P.; Antoniou, C.; Fotopoulos, V. 2011. Effect of drought and rewatering on the cellular status and antioxidant response of *Medicago truncatula* plants. **Plant Signaling & Behavior** 6: 270–277.

Ferreira, D. F. 2008. SISVAR: um programa para análises estatísticas e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium** 6: 36-41.

Food and Agriculture Organization Of The United Nations - FAOSTAT. 2015. Food and Agriculture. Washington: **FAOSTAT**, Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/> Accessed April 03, 2021.

Gill, S.S.; Tuteja, N. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. **Plant Physiology and Biochemistry** 48: 909-930.

Grassi, G.; Magnani, F. 2005. Stomatal, mesophyll conductance and biochemical limitations to photosynthesis as affected by drought and leaf ontogeny in ash and oak trees. **Plant, Cell & Environment** 28: 834-849.

Lavinsky, A.O.; Magalhães, P.C.; Avila, R.G.; Diniz, M.M.; Souza, T.C. 2015. Partitioning between primary and secondary metabolism of carbon allocated to roots in four maize genotypes under water deficit and its effects on productivity. **The Crop Journal** 3: 379-386.

Loreti, E.; De Bellis, L.; Alpi, A.; Perata, P. 2001. Why and how do plant cells sense sugars? **Annals of Botany** 88: 803-12.

McCustion, K.C.; Selle, P.H.; Liu, S.L.; Goodband, R.D. 2019. Chapter 12 - Sorghum as a Feed Grain for Animal Production, John R.N. Taylor, Kwaku G. Duodu, eds. **Sorghum and Millets** (Second Edition), AACC International Press, Elsevier, Amsterdam, Netherlands.

Mohammadkhani, N.; Heidari, R. 2008. Drought-induced accumulation of soluble sugars and proline in two maize varieties. **World Applied Sciences Journal** 3: 448-453.

Osakabe, Y.; Osakabe, K.; Shinozaki, K.; Tran, L.S.P. 2014. Response of plants to water stress. **Frontiers in Plant Science** 5: 1-8.

Rosa, M.; Prado, C.; Podazza, G.; Interdonato, R.; González, J.A.; Hilal, M.; Prado, F.E. 2009. Soluble sugars—Metabolism, sensing and abiotic stress. **Plant Signaling & Behavior** 4: 388-393.

Sami, F.; Yusuf, M.; Faizan, M.; Faraz, A.; Hayat, S. 2016. Role of sugars under abiotic stress. **Plant Physiology and Biochemistry** 109: 54-61.

Sharp, R.E.; Lenoble, M.E. 2002. ABA, ethylene and the control of shoot and root growth under water stress. **Journal of Experimental Botany** 53: 33-37.

Slewinski, T.L. 2012. Non-structural carbohydrate partitioning in grass stems: a target to increase yield stability, stress tolerance, and biofuel production. **Journal of Experimental Botany** 63: 1-24.

Souza, T.C.; Magalhaes, P.C.; Albuquerque, P.E.P. 2013. Morphophysiology, morphoanatomy, and grain yield under field conditions for two maize hybrids with contrasting response to drought stress. **Acta Physiologiae Plantarum** 35: 3201-3211.

Yang, Z.; Xu, L.; Yu, J.; Dacosta, M.; Huang, B. 2013. Changes in carbohydrate metabolism in two Kentucky bluegrass cultivars during drought stress and recovery. **Journal of the American Society for Horticultural Science** 138: 24–30.

CAPÍTULO 8

ESTUDO HEMATOLÓGICO DE TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) CAPTURADOS EM DOIS PESQUE-PAGUE DA REGIÃO DE ROLIM DE MOURA, RO

Data de aceite: 21/09/2021

Data de submissão: 01/09/2021

Wilson Gómez Manrique

Grupo de Pesquisa e Extensão em Sanidade Aquícola – GRUPESA, Laboratório de Sanidade Aquícola - LABSA. Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Rondônia, Câmpus Rolim de Moura, Rolim de Moura, Rondônia.

<http://lattes.cnpq.br/1697765782130464>

<https://orcid.org/0000-0003-3097-3770>

Mayra Araguaia Pereira Figueiredo

Laboratório de Parasitologia, Entomologia e Biologia Molecular voltado à Saúde Única-LAPEMSU. Departamento de Medicina Veterinária e Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Rondônia, Câmpus Rolim de Moura, Rolim de Moura, Rondônia.

<http://lattes.cnpq.br/0400550473507828>

Gibrann Frederiko de Lima Raimundo

Grupo de Pesquisa e Extensão em Sanidade Aquícola – GRUPESA, Laboratório de Sanidade Aquícola - LABSA. Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Rondônia, Câmpus Rolim de Moura, Rolim de Moura, Rondônia.

<http://lattes.cnpq.br/5780617948862511>

Rolim de Moura, entre os meses de agosto a dezembro de 2018. Após serem capturados 25 animais em cada ponto, foi coletado 2 mL de sangue e analisado o número total de eritrócitos (RBC), hematócrito (Ht), taxa de hemoglobina (Hb), contagem diferencial de leucócitos, contagem de trombócitos e calculados os índices hematimétricos, Volume Corpuscular Médio (VCM), Hemoglobina Corpuscular Média (HCM) e Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média (CHCM). Em todas as análises não houve diferença estatística significativa ($p>0,05$). Os 25 exemplares capturados no ponto 1, apresentaram médias de: Ht= 28,13±1,53 %; RBC= 2,27±0,42 μL ; Hb= 7,81±0,72 g/dL; VCM= 139,18±13,20 fL; HCM= 32,47±3,28 pg e CHCM= 21,85±3,85 %. Já para o ponto 2 os valores foram: Ht= 29,72±1,09 %; RBC= 2,30±0,51 μL ; Hb= 7,93±0,63 g/dL; VCM= 145,43±11,33 fL; HCM = 31,89±5,44 pg e CHCM= 24,68±3,93 %. No estudo diferencial dos leucócitos, os linfócitos foram as células mais frequentes. Seguido pelos neutrófilos, monócitos, células granulocíticas especiais e finalmente os eosinófilos. De forma geral, os parâmetros hematológicos aqui analisados encontraram-se dentro da faixa ou próximos aos relatados na literatura sob condições experimentais o que indica que os peixes se encontram em homeostasia com o seu entorno.

PALAVRAS - CHAVE: Peixe nativo, piscicultura, profilaxia, sangue, saúde

RESUMO: Este trabalho teve por objetivo estudar os parâmetros hematológicos de exemplares de tambaqui (*Colossoma macropomum*) de dois pesque-pague localizados no município de

HEMATOLOGICAL STUDY OF TAMBAQUI (*COLOSSOMA ACROPOMUM*) CAPTURED IN TWO FISHPOND IN THE REGION OF ROLIM DE MOURA, RO

ABSTRACT: The aim of this study was to study the hematological parameters of “tambaqui” (*Colossoma macropomum*) specimens from two fishpond located in the municipality of Rolim de Moura. After collecting 25 animals at each point, 2 mL of blood were collected and the total number of erythrocytes (RBC), hematocrit (Ht), hemoglobin (Hb), differential leukocyte count, thrombocyte counts and hematological index was calculated, Corpuscular Mean Volume (MCV), Corpuscular Mean Hemoglobin (MCH), and Corpuscular Mean Hemoglobin Concentration (MCHC). In all analyzes there was no significant statistical difference ($p>0.05$). The 25 specimens captured in point 1 and showed: Ht= 28.13 ± 1.53 %; RBC= 2.27 ± 0.42 μL ; Hb= 7.81 ± 0.72 g/dL; MCV= 139.18 ± 13.20 fL; MCH= 32.47 ± 3.28 pg and MCHC= 21.85 ± 3.85 %. For point 2, the values were: Ht= 29.72 ± 1.09 %; RBC= 2.30 ± 0.51 μL ; Hb= 7.93 ± 0.63 g/dL; MCV= 145.43 ± 11.33 fL; MCH= 31.89 ± 5.44 pg and MCHC= 24.68 ± 3.93 %. In the differential study of leukocytes, lymphocytes were the most frequent cells. Followed by neutrophils, monocytes, special granulocytic cells and finally eosinophils. In general, the hematological parameters analyzed here are within the range or close to those reported in the literature experimental conditions indicating that the fish are in homeostasis with their environment.

KEYWORDS: Blood, health, native fish, pisciculture, prophylaxis.

1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, a participação do pescado sobre o total de proteína animal oferecida é menor do que o observado no âmbito mundial. O consumo per capita brasileiro de proteína animal mostrou o pescado em última posição, entre as quatro principais (bovino, suíno, frango e pescado), com média de 10,31 kg/habitante/ano. Isso é resultado de vários fatores, entre eles o desenvolvimento insuficiente do cultivo de peixes, dada a predominância histórica da pesca extrativista em relação à aquicultura (MPA, 2015). Nesse contexto, é de suma importância que aquicultura brasileira seja desenvolvida a fim de acompanhar a tendência mundial.

Na região Norte o estado de Rondônia se destaca na produção de tambaqui, com crescimento constante nesta atividade (área de produção de 600 ha, aproximadamente 800 piscicultores, nos municípios de Porto Velho, Ariquemes, Ouro Preto D'Oeste e Rolim de Moura), com produção média de 2.400 ton/ano e produtividade média de 4t/ha/ano. Em relação à produção de alevinos a oferta gira em torno de 6 milhões de alevinos/ano (SUFRAMA, 2003).

Na região Norte o estado de Rondônia se destaca na produção de tambaqui, com crescimento constante nesta atividade (área de produção de 600 ha, aproximadamente 800 piscicultores, nos municípios de Porto Velho, Ariquemes, Ouro Preto D'Oeste e Rolim de Moura), com produção média de 2.400 ton/ano e produtividade média de 4t/ha/ano. Em relação à produção de alevinos a oferta gira em torno de 6 milhões de alevinos/ano (SUFRAMA, 2003).

Um dos fatores importantes a ser considerado nas criações são as doenças. Na piscicultura as doenças parasitárias são consideradas um entrave na piscicultura mundial, pois estão relacionadas a grandes prejuízos econômicos na produção de peixes, sendo de maior relevância na região tropical, pelas características climáticas pertinentes à região que propiciam a rápida e constante propagação dos parasitos (THATCHER et al., 1994).

Uma das formas de verificar o estado de higidez dos animais é o estudo hematológico. Os peixes por serem animais produzidos em altas densidades e por dependerem de fatores externos para seus processos fisiológicos, são frequentemente “prejudicados”. Assim, os parâmetros sanguíneos dos peixes auxiliam na avaliação da relação animal/ambiental. Esta análise facilita a detecção de alterações patológicas nos organismos e as alterações que fogem dos valores “fisiológicos” do sangue observadas (OLIVEIRA-RIBEIRO et al., 2000).

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de coleta e delineamento experimental

O estudo se realizou em duas propriedades localizadas na zona rural do município de Rolim de Moura - RO, no mês de outubro de 2018, período este, onde são observadas elevadas temperaturas, devido a transição do período de estiagem para o período chuvoso. As propriedades foram identificadas como Ponto 1 localizada nas coordenadas S 11°49.440' W 061°35.791' e Ponto 2 localizada S11°46.301' W 061°40.321'. Em cada ponto foram coletados 25 espécimes de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e destes o sangue. O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Unir sob protocolo número 041/2018.

2.2 Coleta de amostras de sangue

A coleta dos peixes foi realizada com rede (arrastão). Após a coleta, os peixes foram pesados (982 ± 57 g) e medidos (comprimento padrão $23 \pm 1,2$ cm), posteriormente foram anestesiados com benzocaina (1:10000 v/v), com prévia diluição da benzocaina em etanol absoluto (0,1 g/mL) (WEDEMEYER, 1970). Uma vez anestesiados, procedeu-se à coleta de 2 mL de sangue, por punção do vaso caudal utilizando-se agulha 21Gx1 acopladas a seringas plásticas descartáveis de 3,0 mL. Posteriormente o sangue foi transferido para tubos com anticoagulante ácido etilendiamino tetra-acético (EDTA) e acondicionados em caixa isotérmica com gelo reutilizável para transporte e análise no laboratório.

2.3 Extensão sanguínea

Para a contagem de leucócitos totais, trombócitos totais e diferencial, foi padronizado o volume de 5 μ L de sangue previamente homogeneizado e realizada extensão em lâmina histológica. O protocolo utilizado para coloração foi conforme Tavares-Dias e Moraes (2003). Brevemente, após as extensões estarem secas, as mesmas foram coradas com a solução

de May-Grunwald-Giemsa-Wright (MGGW) durante um minuto, prévia padronização, posteriormente foi coberta toda a extensão com solução tampão pH 7.0 até preencher toda a lâmina sem transbordar o corante, deixou-se durante um minuto homogeneizando a solução com uma pipeta de vidro (assoprando), em seguida, lavaram-se as extensões em água corrente, deixaram-se secar e posteriormente feita a leitura em microscópio de luz em imersão.

Para as análises dos índices hematimétricos seguiu-se a metodologia de Wintrobe (1934) e para análises dos leucócitos a metodologia de Tavares-Dias e Moraes (2003).

2.4 Análise Estatística

Os dados foram plotados no Microsoft® Excel e processados no software BioEstat 5.3. Foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk para normalidade dos dados ($p>0,05$). Os dados que apresentaram distribuição normal foram submetidos ao teste T para amostras independentes. O nível de significância adotado foi $p<0,05$.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As duas pisciculturas do presente estudo caracterizavam-se por serem monocultivos de tambaqui e pirarucu (*Arapaima gigas*), sendo este último, não utilizado para recreação. Antes da coleta do material, foi perguntado se tinham problemas relacionados com mortalidade de animais, o proprietário respondeu que não. Pela não disposição de sonda multiparamétrica, não foram mensurados os parâmetros físico-químicos da água.

A alimentação dos peixes em ambas as propriedades era de duas vezes ao dia com ração ao 28% de proteína bruta, sem aeração complementar nem monitoramento da qualidade de água. A densidade dos peixes era desconhecida. Com relação aos parâmetros hematológicos (Tabela 1) observou-se que os exemplares analisados nos pontos 1 e 2 o hematócrito foi $28,13\pm 1,53\%$ e $29,72\pm 1,09\%$, respectivamente não houve diferença estatística significativa ($p>0,05$). A hemoglobina apresentou um valor menor no primeiro ponto ($7,81\pm 0,72$ g/dL) com relação ao segundo ($7,93\pm 0,63$ g/dL), no entanto não houve diferença significativa ($p>0,05$). Para o RBC a tendência foi semelhante com maior número de células no ponto 1 ($2,27\pm 0,42 \times 10^6/\mu\text{L}$), comparado ao ponto 2 ($2,30\pm 0,51 \times 10^6/\mu\text{L}$), não apresentando diferença estatística significativa ($p>0,05$).

Para os índices hematimétricos (Tabela 1) também não foi observada diferença estatística ($p>0,05$) e os valores foram semelhantes nos pontos 1 e 2 para os valores de VCM, HCM e CHCM ($139,18\pm 13,20$ fL e $145,43\pm 11,33$ fL; $32,47\pm 3,28$ pg e $31,89\pm 5,44$ pg; $21,85\pm 3,85$ % e $24,68\pm 3,93$ %, respectivamente).

Parâmetro hematológico	Ponto 1	Ponto 2
Hematócrito (%)	28,13±1,53 ^a	29,72±1,09 ^a
Hemoglobina (g/dL)	7,81±0,72 ^a	7,93±0,63 ^a
RBC ² (μL)	2,27±0,42 ^a	2,30±0,51 ^a
VCM (fL)	139,18±13,20 ^a	145,43±11,33 ^a
HCM (pg)	32,47±3,28 ^a	31,89±5,44 ^a
CHCM (%)	21,85±3,85 ^a	24,68±3,93 ^a

(1) Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem entre si, pelo teste T a 5% de probabilidade. N=25. (2) Corresponde ao valor de $\times 10^6$.

Tabela 1. Valores médios±desvio padrão dos parâmetros hematológicos de tambaquis (*Collossoma macropomum*) capturados em dois pesque-pague do Município de Rolim de Moura, RO¹.

Na análise diferencial dos leucócitos, de forma geral a tendência foi semelhante entre os tipos celulares, sem apresentar diferença estatística significativa em cada análise celular, incluindo os trombócitos que não fazem parte do diferencial, mas em peixes costuma se realizar a análise junto (Tabela 2). Aproveitou-se esta análise para procura de possíveis hemoparasitos, não sendo observado algum, e devido à complexidade deste trabalho optamos em elaborar um novo trabalho em um outro momento, única e exclusivamente para a identificação de possíveis parasitas.

Algumas espécies de peixes apresentam células sanguíneas diferenciadas, como as células granulocíticas especiais também conhecidas como leucócito granulas PAS positivo, no presente estudo este grupo de células foi o quarto dos cinco estudados, sendo menor em quantidade quando comparado com o eosinófilo. Em ambos os grupos estudados, Ponto 1 (0,8±0,5) e Ponto 2 (0,8±0,7) não apresentaram diferença estatística ($p>0,05$). No tambaqui e pacu (*Piaractus mesopotamicus*) estas células são morfologicamente arredondadas, com abundante citoplasma e em seu conteúdo apresenta granulações claras em alta quantidade, o núcleo geralmente é pequeno e apresenta-se mais na periferia em formato de arredondado ou alongado (Figura 1).

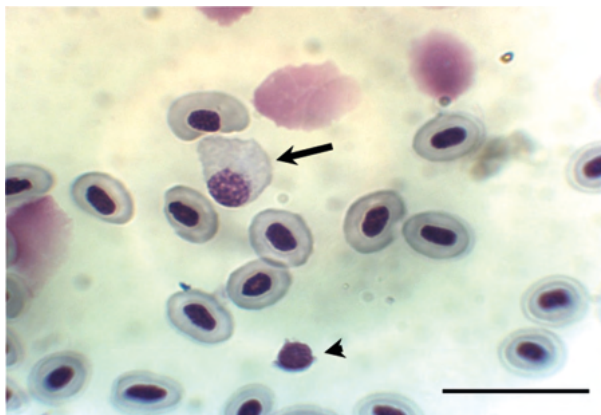


Figura 1. Fotomicrográfica de extensão sanguínea de tambaquis (*Colossoma macropomum*) capturados em dois pesque-pague do Município de Rolim de Moura, RO. A seta grande indica a CGE, a seta pequena indica um linfócito. Coloração MGGW. Barra 2,5 μ m.

Outro grupo celular observado foram os neutrófilos. Estas células foram o segundo grupo de células mais presente na extensão sendo encontrado no Ponto 1, $8,0 \pm 3,8$ e no Ponto 2 $8,0 \pm 3,1$ sem apresentar diferença estatística significativa ($p > 0,05$). Morfologicamente são caracterizadas por serem predominantemente arredondadas, com citoplasma abundante de característica acidófila. O núcleo na maioria das vezes é localizado excêntricamente com a característica morfológica de poder ser uma estrutura esférica, lobulada ou bilobulada, com cromatina compacta (Figura 2).

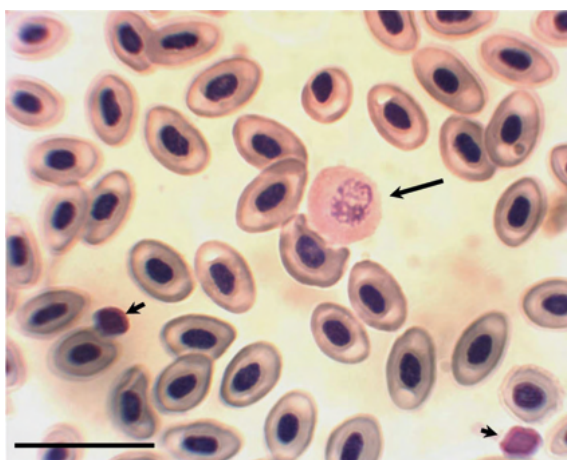


Figura 2. Fotomicrografia de extensão sanguínea de tambaquis (*Colossoma macropomum*) capturados em dois pesque-pague do Município de Rolim de Moura, RO. A seta grande indica neutrófilo, a seta pequena indica trombócitos. Coloração MGGW. Barra 2,5 μ m.

O grupo de células que apresentou maior quantidade no diferencial sanguíneo foram os linfócitos, no ponto 1 e ponto 2 os valores ($25,1 \pm 5,4$ e $26,1 \pm 5,4$ respectivamente) não apresentaram diferença estatística ($p > 0,05$). Morfologicamente, estas células apresentam-se arredondadas em sua maioria, de tamanho variado. No pouco citoplasma não se observa granulações e sua coloração é semelhante à basofílica. O núcleo tem formato arredondado e às vezes de forma reniforme, muito grande quando comparado com o citoplasma, a cromatina se observa muito densa (Figura 3).

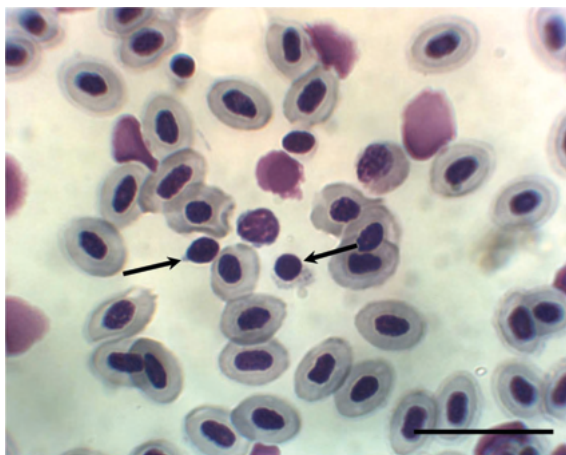


Figura 3. Fotomicrografia de extensão sanguínea de tambaquis (*Colossoma macropomum*) capturados em dois pesque-pague do Município de Rolim de Moura, RO. A seta indica linfócito. Coloração MGGW. Barra $2,5 \mu\text{m}$.

O grupo de células formado pelos monócitos foi o terceiro mais presente nas extensões sanguíneas, com uma leve diferença na quantidade sendo menor no Pontos 1 quando comparado com o Ponto 2 ($1,8 \pm 0,9$ e $2,1 \pm 0,6$, respectivamente) mas sem apresentar diferença estatística significativa ($p > 0,05$). Estas células são maiores com relação às outras, geralmente possuem um formato esférico, no entanto, podem apresentar outras formas, o que as fazem polimórficas, principalmente quando estão ativadas. O citoplasma tem coloração que assemelha ao basofílico intenso, e pode-se observar prolongações citoplasmáticas com conteúdo vacuolizado, principalmente quando ativados. O núcleo pode se observar periférico e polimórfico (Figura 4).

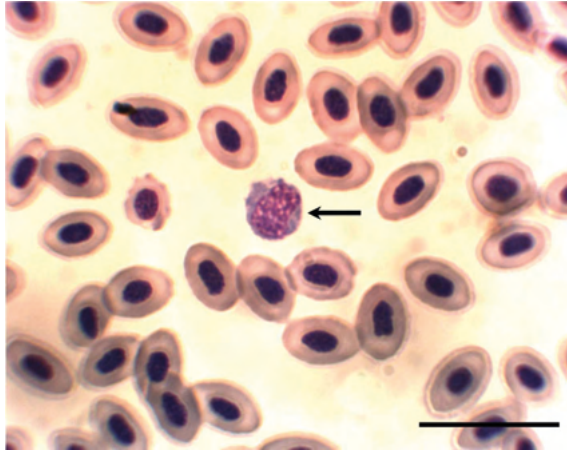


Figura 4. Fotomicrografia de extensão sanguínea de tambaquis (*Colossoma macropomum*) capturados em dois pesque-pague do Município de Rolim de Moura, RO. A seta indica monócito. Coloração MGGW. Barra 2,5 μ m.

O último grupo de leucócitos estudados no diferencial foram os eosinófilos, e foram as células que estavam em menor quantidade, Ponto 1 ($0,07\pm 0,2$) e Ponto 2 ($0,06\pm 0,1$), estes não apresentaram diferença estatística significativa ($p>0,05$). Os eosinófilos são morfológicamente esféricos e variam de tamanho, o citoplasma é predominantemente abundante e preenchido por grânulos acidófilos. A cromatina apresenta-se de cor violeta, geralmente o núcleo se observa em posição central (Figura 5).

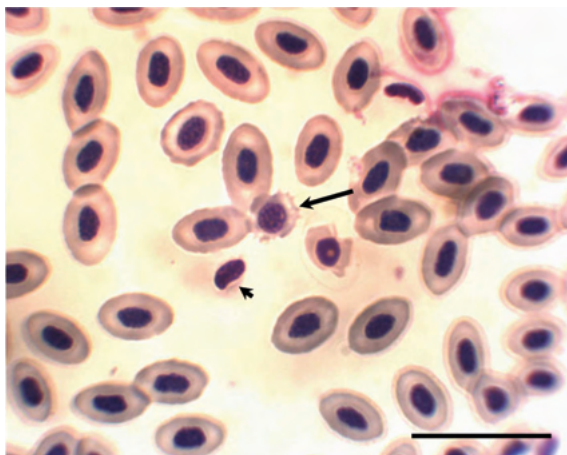


Figura 5. Fotomicrografia de extensão sanguínea de tambaquis (*Colossoma macropomum*) capturados em dois pesque-pague do Município de Rolim de Moura, RO. A seta indica monócito. Coloração MGGW. Barra 2,5 μ m.

O grupo de trombócitos, embora não faça parte dos leucócitos, a maioria das vezes se coloca junto, pois por serem células completas se faz uma análise em conjunto. Estatisticamente não apresentaram diferenças significativas ($p>0,05$) sendo os valores $38,6\pm 21,2$ para o Ponto 1 e $39,1\pm 13,9$ para o Ponto 2. Morfologicamente são elípticos, com núcleo também elíptico ou riniforme e a relação citoplasma núcleo é pequena (Figura 6).

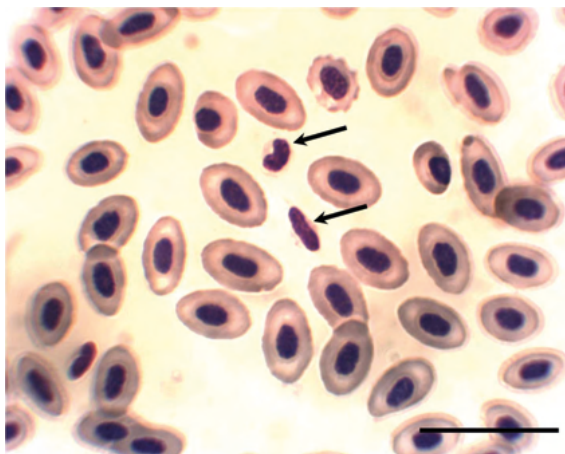


Figura 6. Fotomicrografia de extensão sanguínea de tambaquis (*Colossoma macropomum*) capturados em dois pesque-pague do Município de Rolim de Moura, RO. A seta indica trombócito. Coloração MGGW. Barra $2,5\ \mu\text{m}$.

Parâmetro hematológico	Ponto 1	Ponto 2
CGE ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	$0,8\pm 0,5^a$	$0,8\pm 0,7^a$
Leucócito ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	$33,3\pm 6,1^a$	$34,1\pm 4,9^a$
Linfócito ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	$25,1\pm 5,4^a$	$26,1\pm 5,4^a$
Monócito ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	$1,8\pm 0,9^a$	$2,1\pm 0,6^a$
Eosinófilo ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	$0,07\pm 0,2^a$	$0,06\pm 0,1^a$
Neutrófilo ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	$8,0\pm 3,8^a$	$8,0\pm 3,1^a$
Trombócito ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	$38,6\pm 21,2^a$	$39,1\pm 13,9^a$

(1) Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem entre si, pelo teste T a 5% de probabilidade. N=25.

Tabela 2. Valores médios \pm desvio padrão dos parâmetros celulares do sangue de tambaqui (*Colossoma macropomum*) capturados em dois pesque-pague do Município de Rolim de Moura, RO1.

A hematologia estuda todo o referente ao sangue desde as alterações e distúrbios morfológicos até os protocolos que visam melhorar o diagnóstico. De uma forma geral, o sangue é um tecido conectivo de propriedades especiais, cuja matriz extracelular é líquida chamada de plasma, que é composta por 90% de água, 7% de proteínas incluindo as globulinas e albumina, além de diversos metabólitos (hormônios, enzimas, eletrólitos, etc.) (RANZANI-PAIVA, 2007). Segundo Tavares–Dias e Moraes (2004) as células que compõem o sangue são eritrócitos, leucócitos e trombócitos e por causa de falta de estudos a sua origem, desenvolvimento e função dos leucócitos ainda não é bem elucidada em peixes o que gera ainda controvérsias entre os estudos.

Os resultados aqui observados, demonstram que os exemplares analisados mantiveram os valores entre os parâmetros fisiológicos normais quando comparado com outros estudos, pois em peixes não existe um parâmetro estabelecido, para determinado resultado hematológico. No estudo de Chagas et al. (2013) onde estudaram o desempenho produtivo e respostas fisiopatológicas de tambaquis alimentados com ração suplementada com β -glucano foi observado que os parâmetros hematológicos de tambaquis do grupo controle, apresentaram valores semelhantes aos do presente estudo, o que indica que os peixes analisados no presente estudo se encontravam em condições ótimas de saúde.

A complexidade do estudo hematológico em peixes, é a ampla variação dos valores e a falta de referências, pois por se tratarem de animais pecilotermos, dependem de fatores ambientais como temperatura, pH, oxigênio dissolvido, alimento, etc. (SIGNOR et al., 2010) o que faz com exista variação entre valores até em peixes de tanques próximos. De forma geral, os valores aqui obtidos, são semelhantes com trabalhos realizados em condições controladas. Junior et al. (2014) obtiveram valores próximos aos aqui encontrados quando estudaram as características hematológicas de juvenis de tambaqui. Já Ranzani-Paiva et al. (1998/1999) analisaram o sangue de tambaquis das estações de pisciculturas do Instituto de Pesca no Estado de São Paulo sendo semelhantes aos observados neste estudo.

Embora existam dados divergentes utilizando a mesma espécie estudada, devem se considerar diversos fatores intrínsecos e extrínsecos, por isso os estudos desenvolvidos em peixes devem se ter um controle positivo e outro negativo também conhecido como basal. O estudo de Tavares-Dias et al. (1998), apresentaram valores maiores aos aqui observados com exceção do número RBC. As diferenças sutis que são observadas nos valores podem ser interpretadas como variações naturais e específicas, como também descrito por Ranzani-Paiva et al. (1998;1999).

Quanto à contagem diferencial dos leucócitos, resultados semelhantes foram obtidos no tambaqui por Ranzani- Paiva et al. (1998;1999) e experimentalmente no grupo controle por Chagas et al. (2003) e Pádua et al. (2013).

Sabe-se que os peixes apresentam mecanismos compensatórios, isso faz com que espécies se adaptem mais do que outras em determinado ambiente, isso inclui a idade e

até o estado reprodutivo e nutricional como também descrito por Fernandes et al. (1995). Claro que a adaptação também está relacionada com a possível presença de parasitos, o que em altas infestações o número de eosinófilos seria maior, assim, cada grupo celular é mais expressada em momentos quando o espécime não está em equilíbrio.

Os exemplares de *C. macropomum* analisados no presente trabalho, apresentaram o quadro hemático semelhante com os encontrados na literatura, o que sugere que as condições de manejo são favoráveis para sua criação e boas condições de higiene.

REFERÊNCIAS

CHAGAS, E.C.; PILARSKI, F.; SAKABE, R.; MORAES, F.R. Desempenho produtivo e respostas fisiopatológicas de tambaquis alimentados com ração suplementada com β -glucano. **Pesquisa agropecuária brasileira**. vol. 48, n 8, p.899-905, 2013.

CHAGAS, E.C.; VAL, A. L. Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parâmetros hematológicos de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. vol.38, p. 397-402, 2003.

FERNANDES, M.N.; BARRIONUEVO, W.R.; RANTIN, F.T. Effects of thermal on respiratory responses to hypoxia of a South American prochilodontid fish, *Prochilodus scrofa*. **Journal of Fish Biology**. vol. 46, p.123-133, 1995.

JUNIOR, G.P.; FILHO, M.P.; BRASIL, E.M.; BARBOSA, P.S. Características hematológicas de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* cuvier, 1818) alimentados com rações contendo farinha de folha de leucena (*Leucaena leucocephala*). **Acta Biomedica Brasiliensia**. vol. 5. n 2, 2014.

MPA - MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. **Plano safra – Pesca e Aquicultura**. Brasília, p. 12-117, 2015.

OLIVEIRA-RIBEIRO, C. A., PELLETIER, E., PFEIFFER, W. C. e ROULEAU. Comparative uptake, bioaccumulation, and gill damages of inorganic mercury intropical and Nordic reshwater fish. **Environmental Research**. vol. 83, p. 286-292, 2000.

PÁDUA, S.B.; NETO, J.D.; SAKABE, R.; CLAUDIANO, G.S.; CHAGAS, E.C.; PILARSKI, F. Variáveis hematológicas em tambaquis anestesiados com óleo de cravo e benzocaina. **Pesquisa agropecuária brasileira**. vol. 48, n 8, p.1171-1174, 2013.

RANZANI-PAIVA, M.J.T. Hematologia como ferramenta para avaliação da saúde de peixes. In: 2º Simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes, 2007. **Anais... 2º simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes**. Botucatu, São Paulo. Universidade Estadual Paulista, 74p. 2007.

RANZANI-PAIVA, M.J.T.; SALLES, F.A.; EIRAS, J.C.; EIRAS AC, ISHIKAWA, CM.; ALEXANDRINO, A.C. Análise hematológica de curimatá (*Prochilodus scrofa*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) das estações de piscicultura do Instituto de Pesca, Estado de São Paulo. **Boletim do Instituto de Pesca**. vol. 25, p.77-83, 1998/1999.

SIGNOR, A.; PEZZATO, L.E.; FALCON, D.R.; GUIMARÃES, I.G.; BARROS, M.M. Parâmetros hematológicos da tilápia-do-Nilo: efeito da dieta suplementada com levedura e zinco e do estímulo pelo frio. **Ciência Animal Brasileira**, vol.11, p.509- 519, 2010.

SUFRAMA. Superintendência da Zona Franca de Manaus. **Potencialidades regionais: estudo de viabilidade econômica: piscicultura**. Sumário Executivo, p. 1-19, 2003.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F. R. **Hematologia de peixes teleósteos**. Ed. Eletrônica e Arte Final. Ribeirão Preto-SP. 144 páginas, 2004.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R. Características hematológicas da *Tilapia rendalli* Boulenger, 1896 (Osteichthyes: Cichlidae) capturada em “pesque-pague” de Franca, São Paulo, Brasil. **Bioscience Journal**. vol. 19, p. 103-110, 2003.

TAVARES-DIAS, M.; SANDRIM, E.F.S.; SANDRIM, A. Características hematológicas do tambaqui (*Colossoma macropomum*) Cuvier, 1818 (Osteichthyes: Characidae) em sistema de monocultivo intensivo. I. Série eritrocitária. **Revista Brasileira de Biologia**. vol. 58, n 2, p.197-202, 1998.

THATCHER, V.E.; BRITES-NETO, J. Diagnóstico, prevenção e tratamento das enfermidades de peixes neotropicais de água doce. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**. vol.16, n.3, p. 111-128, 1994.

WEDEMEYER, G. Stress of anesthesia with M.S-222 and benzocaine in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**. vol. 27, p. 909-914, 1970.

WINTROBE, M.M.. Variations on the size and hemoglobin content of erythrocytes in the blood various vertebrates. **Folia Haematologica**. vol. 5, p. 32-49, 1934.

Data de aceite: 21/09/2021

Paula Magnabosco Secco

Aprimoranda do PAMV, UNICENTRO,
Departamento de Medicina Veterinária,
Guarapuava – PR.
<http://lattes.cnpq.br/8070426735091307>

Carla Fredrichsen Moya

Docente, UNICENTRO, Departamento de
Medicina Veterinária, Guarapuava – PR.
<http://lattes.cnpq.br/8017623096370725>

RESUMO: Embora de alta representatividade na região Nordeste, a caprinocultura brasileira ainda está muito aquém de outras culturas importantes como a de bovino, suíno e aves no cenário agroeconômico nacional, e muito abaixo de outros países no ranking internacional. A desorganização da cadeia produtiva, baixa disponibilidade de assistência especializada e o mercado consumidor restrito são alguns dos problemas enfrentados nesse tipo de criação. Como a eficiência reprodutiva é a chave para o melhoramento genético e aperfeiçoamento dos índices produtivos do rebanho, o conhecimento acerca das particularidades reprodutivas da espécie caprina proporciona o uso adequado de diferentes manejos e biotécnicas que garantam o sucesso do sistema de criação. A cabra é uma espécie poliéstrica estacional de dias curtos, sendo a ciclicidade estimulada durante o final do verão e outono, nos quais há redução no fotoperíodo. Fatores genéticos e ambientais,

como a latitude e a presença do macho, podem também influenciar a ciclicidade da cabra. O ciclo estral dura em média 21 dias, sendo quatro dias destinados à fase folicular, dividida em proestro e estro, e 17 dias para a fase luteínica, dividida em metaestro e diestro. O estro é a fase de receptividade sexual e dura cerca de 24 a 48 horas na cabra. A identificação dos sinais apresentados pela fêmea em estro auxilia na determinação do momento ideal para realizar o acasalamento ou inseminação artificial. O uso de protocolos hormonais e a bioestimulação pelo “efeito-macho” para indução e sincronização da ovulação, a inseminação artificial e a transferência de embriões são algumas biotécnicas aplicadas na caprinocultura, embora as duas últimas sejam ainda voltadas principalmente para rebanhos de elite.

PALAVRAS - CHAVE: Caprino; fisiologia; produção; reprodução.

REPRODUCTIVE PHYSIOLOGY OF THE DOMESTIC DOE

ABSTRACT: Although highly representative in the Northeast region, Brazilian goat farming still lags behind other important livestock farming such as cattle, pigs and poultry in the national agroeconomic scenario and far below other countries in the international ranking. The lack of organization of the production chain, the low availability of specialized assistance and a narrow consumer market are some of the problems faced in goat farming. As reproductive efficiency is the key to genetic improvement and to boost productive ratios, knowing about the reproductive

particularities of the goat species provides the proper use of different managements and biotechniques that guarantee the success of the breeding system. The domestic doe is a short-day polyestric seasonal, and its cyclicity is stimulated during late summer and autumn, in response to decreasing day length. Genetic and environmental factors, such as latitude and presence of the male can also influence the cyclicity of the doe. The estrous cycle lasts an average of 21 days, in which four days derives for the follicular phase, divided into proestrus and estrus, and 17 days for the luteal phase, divided into metestrus and diestrus. Estrus is represented by sexual receptivity and lasts about 24 to 48 hours. The identification of the signs presented by the female in heat helps to determine the optimum time for mating or artificial insemination. The use of hormonal protocols and biostimulation promoted by the “buck effect” for ovulation induction and synchronization, as long as artificial insemination and embryo transfer are some biotechniques applied in goat farming, although the last two are still mainly aimed at elite breeding programs.

KEYWORDS: Caprine; physiology; production; reproduction.

1 | INTRODUÇÃO

A criação de ovinos e caprinos é relatada como a mais antiga do mundo, sendo essas as primeiras espécies domesticadas com finalidade zootécnica. No Brasil, os primeiros animais chegaram com os colonizadores portugueses, cerca de três décadas após o descobrimento, e desde então, vêm ganhando espaço em todo o território nacional (FIGUEIREDO *et al.*, 1987).

Os caprinos são notáveis pela sua rusticidade e adaptabilidade a diferentes climas, capazes de sobreviver e prosperar mesmo em regiões de grandes adversidades climáticas, como o semiárido nordestino (SILVA *et al.*, 2015). Como consequência, o Nordeste concentra hoje quase 95% do rebanho nacional de caprinos, sendo esse tipo de criação dotado de grande importância socioeconômica para a população de baixa renda e fator chave no desenvolvimento do agronegócio nessa região (IBGE, 2019; MAIA, 1994).

O caprino é uma espécie capaz de se inserir em diferentes sistemas de produção (RODRIGUES, 2009; SHELTON, 1978). Na região Nordeste a caprinocultura se destina, principalmente, à produção de carne e pele, havendo também criações mistas para carne e leite, em sua maioria através de sistemas extensivos de subsistência ou voltados ao mercado interno. Por outro lado, as regiões Sul, Sudeste e Centro-oeste vêm se destacando em produções especializadas de leite e derivados, e também na criação e comercialização de matrizes e reprodutores de alta genética (MAIA, 1994; SILVA; FAVARIN, 2020).

De qualquer modo, o Brasil está longe de se sobressair como produtor de caprinos no cenário mundial, somando apenas 11,3 milhões de cabeças, muito abaixo dos primeiros colocados, China e Índia, com cerca de 138 e 148 milhões, respectivamente (FAO, 2019; IBGE, 2019). A organização da cadeia produtiva, bem como o emprego de tecnologias avançadas e disponibilidade de assistência especializada na criação de caprinos, estão muito aquém de outras culturas consideradas mais rentáveis e importantes no cenário

agroeconômico brasileiro, como a bovino, suíno e a avicultura, refletindo negativamente nos índices de produtividade dos rebanhos (IBGE, 2020; SOUZA, 2007). A informalidade na comercialização dos produtos, escassez de programas governamentais e normas regulamentadoras e um mercado consumidor restrito e pouco exigente, também são fatores importantes a serem levados em consideração no que tange à caprinocultura, mostrando que esse tipo de criação ainda tem muito espaço para crescimento a fim de competir com outros produtos de origem animal atualmente oferecidos ao consumidor (COUTO, 2001; BIAGIOLI, 2021).

Em qualquer sistema de criação, a eficiência reprodutiva é o fator chave nos programas de melhoramento genético, nos quais, através de seleção e cruzamentos direcionados, são obtidos animais de desempenho superior e que, somando a adequados programas nutricionais e sanitários, serão responsáveis pela melhora nos índices produtivos, como fertilidade, prolificidade, qualidade da carne, precocidade, peso ao nascer, dentre outros (FONSECA *et al.*, 2009; SHELTON, 1978; SOUZA *et al.*, 2010; TABBAA; AL-ATIYAT, 2009). Tais melhorias não apenas incrementam o retorno econômico ao produtor, como também possibilitam uma maior oferta excedente ao mercado externo, e uma disponibilidade de produtos de melhor qualidade, suprimindo as exigências do consumidor e favorecendo a ascensão da caprinocultura no mercado nacional e internacional (SOUZA, 2007).

Sendo assim, o conhecimento acerca da fisiologia reprodutiva nos caprinos permite que os manejos e biotécnicas disponíveis sejam empregados da melhor forma possível e planejados individualmente para as necessidades de cada sistema de produção, visando obter sucesso na criação e rápidos ganhos econômicos ao produtor (FLORES-FOXWORTH, 2007). Nesse trabalho, será descrita a fisiologia básica da reprodução das fêmeas caprinas, compreendendo as particularidades do ciclo estral e comportamento, bem como as biotécnicas reprodutivas mais utilizadas atualmente nessa espécie.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Ciclo estral da cabra

A fêmea caprina é poliéstrica estacional, ou seja, as variações no fotoperíodo influenciam diretamente na ciclicidade da cabra (BISSONNETTE, 1941). A atividade reprodutiva ocorre ao final do verão até final de outono, que no hemisfério sul, representa os meses de fevereiro a maio, nos quais ocorre uma diminuição das horas de luz durante os dias (ROSA; BRYANT, 2003). Algumas raças e especialmente cabras criadas em altas latitudes, tendem a ser mais estacionais, apresentando períodos bem definidos e intercalados de atividade e inatividade reprodutiva (FONSECA *et al.*, 2009). Quanto mais próximo à linha do Equador, a oferta de alimentos torna-se o principal fator limitante para a reprodução, já que a variação do fotoperíodo é pouco perceptível, possibilitando que as

fêmeas ciclem durante todo o ano (MISHRA; BISWAS, 1966; ROSA; BRYANT, 2003).

O anestro estacional acontece pela supressão na liberação dos pulsos de hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) no hipotálamo controlada pela produção de melatonina (MORI, OKAMURA, 1986). A melatonina é um hormônio liberado pela glândula pineal em quantidades mais expressivas durante à noite. Enquanto que em seres humanos a melatonina auxilia na percepção neurológica dos períodos diários de claro e escuro e na regulação do ciclo sono-vigília, nas espécies reprodutivamente estacionais, como a cabra, ela atua também reconhecendo as variações no fotoperíodo ao longo do ano e causando efeitos sobre a ciclicidade (ARENDE, 2005; HAIMOV, 2001). Dessa forma, elevadas concentrações de melatonina estimulam a liberação de GnRH e, por conseguinte, a ciclicidade das cabras durante os dias mais curtos (JAINUDEEN *et al.*, 2004). Outras condições que comumente resultam em anestro na cabra envolvem a subnutrição, anestro pós-parto, e algumas afecções do trato reprodutivo como a hidrometra (SIMPLÍCIO; SANTOS, 2005).

A cabra apresenta um ciclo estral com duração média de 21 dias, podendo variar de 17 a 25 dias (CHEMINEAU *et al.*, 1992). Um estudo com cabras Alpinas demonstrou que embora a maior parte encontrava-se dentro desse intervalo, 23% das fêmeas apresentaram ciclos tão curtos como oito dias e tão longos como 39 dias, demonstrando a influência do fator genético sobre a duração do ciclo estral nessa espécie (BARIL *et al.*, 1993). Ciclos mais curtos também ocorrem com frequência em cabritas púberes e no início da estação reprodutiva (PINTADO *et al.*, 1998; JAINUDEEN *et al.*, 2004).

O momento do primeiro cio fértil nas fêmeas domésticas é chamado puberdade, que ocorre após a maturação do hipotálamo e redução da sensibilidade à retroalimentação negativa provocada pelo estrógeno (SENGER, 2015). Nas cabras, a puberdade ocorre geralmente entre cinco a sete meses de idade, e está intimamente relacionada a raça, peso, nutrição e à época do ano (JAINUDEEN *et al.*, 2004). Fêmeas de raças estacionais ou de latitudes temperadas podem ter um atraso na puberdade por conta do fotoperíodo, se nascidas no outono, apresentando cio somente na estação reprodutiva seguinte (DELGADILLO; MALPAUX, 1996; GONZALEZ-STAGNARO, 1984). Em geral, cabritas entram em cio quando atingem cerca de 50% do peso adulto (GONZALEZ-STAGNARO, 1993).

O ciclo estral nos ruminantes, incluindo a vaca, ovelha e a cabra, pode ser dividido em duas fases: folicular, englobando o proestro e estro; e luteínica, dividida em metaestro e diestro (FATET *et al.*, 2011). Durante a fase folicular, que dura em torno de quatro dias em caprinos, a ausência de progesterona circulante possibilita a ovulação de um ou mais folículos dominantes da última onda de crescimento folicular (CASTRO *et al.*, 1999; FONSECA, 2006). O proestro e o estro tem duração aproximada de 24 a 48 horas cada, dependendo da raça e fatores ambientais, como presença do macho e estação do ano (CHEMINEAU *et al.*, 1982; SENGER, 2015).

Os folículos pré-ovulatórios secretam altos níveis de estrógeno, que sinalizam ao hipotálamo a mudança no padrão pulsátil de GnRH, culminando no pico de hormônio luteinizante (LH) pela hipófise anterior e, conseqüentemente, na ovulação (SENGER, 2015). A ovulação ocorre, geralmente, 24 horas após o pico de LH, e, em média, de 12 a 36 horas a partir do início dos sinais de estro (FREITAS *et al.*, 1996; PALMER, 2018; STEWART; SHIPLEY, 2014).

As cabras podem ovular um ou mais óocitos por ciclo e as taxas de ovulação são ligeiramente variáveis entre as raças. Cabras Boer e Anglo Nubianas possuem uma taxa de ovulação de 1,6 a 1,7, enquanto que em cabras Saanen esse número fica entre 1,5 e 1,6 (BOLACALI; KÜÇÜK, 2012; GREYLING, 2000; MEDEIROS *et al.*, 2006). O número de ovulações é significativamente maior no ovário direito, no início da estação de monta e em cabras mais velhas, bem como em cabras submetidas a uma dieta nutricional de alta energia antes dos acasalamentos (JAINUDEEN *et al.*, 2004; STEWART; SHIPLEY, 2014).

Sem um rufião, os sinais de estro são sutis, porém mais fáceis de serem percebidos na cabra do que na ovelha (JAINUDEEN *et al.*, 2004). O principal sinal característico do cio é a aceitação de monta (Figura 1B). Outros sinais notados na cabra é a inquietação, frequente vocalização e movimentação agitada da cauda. Nota-se também a perda de apetite, vulva edemaciada e avermelhada com corrimento mucoso (Figura 1A), que pode ser notado pela adesão pegajosa dos pelos da cauda (SMITH, 2007). As características do muco cervical alteram-se com o decorrer do cio, sendo mais translúcido nas primeiras horas e se convertendo a estriado/caseoso ao término da receptividade sexual. Tais características podem ser utilizadas simultaneamente com outros sinais para se determinar o momento ideal da inseminação ou acasalamento direcionado (FONSECA; SIMPLÍCIO, 2008). Ocasionalmente, a cabra pode demonstrar comportamento homossexual com as companheiras de grupo, diferentemente da ovelha (OLA; EGBUNIKE, 2004; JAINUDEEN *et al.*, 2004).

Em cabras, estudos demonstram eficácia na caracterização das fases do ciclo estral através do panorama celular observado no exame de citologia vaginal, semelhante ao realizado na fêmea canina (HULET; SHELTON, 1980; PÉREZ-MARTINEZ *et al.*, 1999).

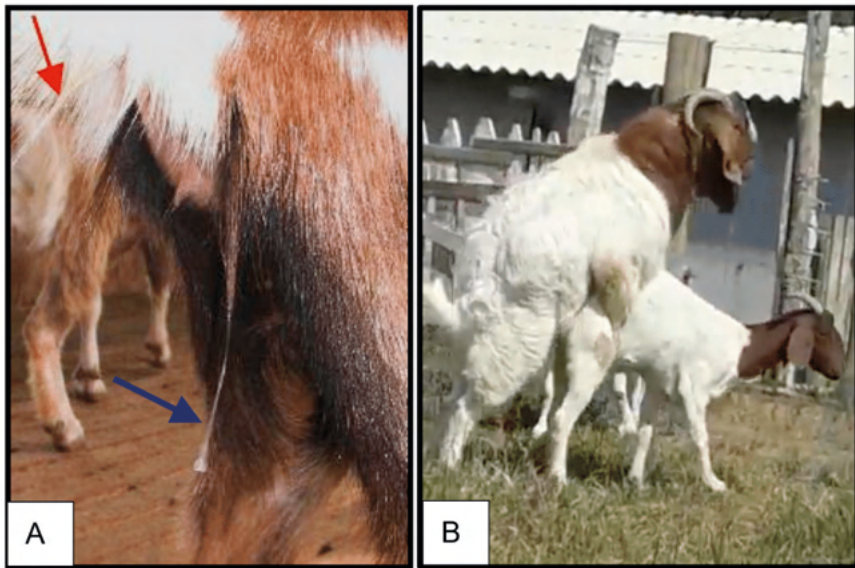


Figura 1 – Fotografia (A) cabra em estro com secreção mucosa (seta azul) e pelos da cauda aderidos (seta vermelha); (B) cabra aceitando monta.

Com a ovulação, inicia-se o processo de luteinização das células da granulosa e da teca do folículo rompido, culminando na formação do corpo lúteo, fonte primária de progesterona na cabra. No útero, a progesterona inibe a contratilidade muscular e estimula a secreção das glândulas endometriais, contribuindo para a manutenção de um ambiente adequado para a sobrevivência e implantação dos conceitos (SENGER, 2012; SMITH, 2007).

No hipotálamo, a progesterona reduz a frequência dos pulsos de GnRH, resultando em pulsos de baixa frequência e alta amplitude de LH e FSH pela hipófise (SENGER, 2012). Esse padrão de secreção hormonal permite o recrutamento, seleção e crescimento folicular na forma de ondas. Durante cada onda, os folículos crescem até um diâmetro próximo a 5 mm, no entanto, não são capazes de ovular por conta do bloqueio da progesterona ao eixo hipotalâmico-hipofisário, e sofrem atresia (CASTRO *et al.*, 1999; FONSECA, 2006). Na cabra, cerca de quatro ondas foliculares ocorrem até que a última resulte em um ou mais folículos ovulatórios (EVANS, 2003).

Não havendo fecundação, o estrógeno e ocitocina circulantes atuam estimulando a síntese de prostaglandina $F_{2\alpha}$ no endométrio, que age diretamente nas células luteínicas, causando sua regressão. Esse processo, chamado luteólise, leva a queda nas concentrações de progesterona para níveis basais e permite o retorno de uma nova fase folicular (SENGER, 2012). O período entre a ovulação e formação completa do corpo lúteo é chamado metaestro, enquanto que a fase de domínio do corpo lúteo até a luteólise é chamada diestro. Conjuntamente, as duas fases têm duração de aproximadamente 17 dias

na cabra (FATET *et al.*, 2011; JAINUDEEN *et al.*, 2004).

2.2 Biotécnicas aplicadas a reprodução caprina

Algumas biotécnicas da reprodução podem ser aplicadas à espécie caprina, entre elas pode-se citar a bioestimulação (efeito macho), a inseminação artificial, a inseminação artificial em tempo fixo e a transferência de embriões.

A bioestimulação da atividade sexual, promovida pelo efeito macho, é uma alternativa viável na indução da ovulação em fêmeas estacionalmente anovulatórias. Nesse sentido, os machos são removidos do grupo de fêmeas, evitando qualquer contato físico, visual ou olfativo por um período mínimo de três a quatro semanas e então recolocados no plantel (CHEMINEAU, 1987; SAMPAIO *et al.*, 2012). As mudanças fisiológicas no organismo da fêmea provocadas pelos feromônios masculinos resultam no retorno da atividade sexual e ovulação dentro de três a sete dias após a reintrodução do macho no rebanho (VÉLIZ *et al.*, 2002). Essa primeira ovulação pode ou não ser acompanhada de sinais de cio na cabra, no entanto, recomenda-se a utilização do estro e ovulação subsequentes, que ocorrem cerca de uma a duas semanas depois, pois o corpo lúteo formado na primeira ovulação apresenta pior qualidade e regressão prematura (PELLICER-RUBIO *et al.*, 2016; TRALDI *et al.*, 2007; VÉLIZ *et al.*, 2002).

Os resultados com a indução da ciclicidade pelo efeito macho são melhores em cabras menos estacionais (WALKDEN-BROWN *et al.*, 1999) e, no caso de machos afetados pelo bloqueio reprodutivo sazonal, o sucesso da técnica pode ser prejudicado, tanto pela falta de libido quanto pela capacidade estimulatória das fêmeas, ambas dependentes dos níveis de andrógenos circulantes (SHELTON, 1978; VÉLIZ *et al.*, 2002). Além do efeito macho, fêmeas cíclicas podem induzir a ciclicidade de outras fêmeas do grupo, caracterizando o efeito fêmea-fêmea (RESTALL *et al.*, 1995). Tanto o efeito macho quanto o efeito fêmea-fêmea apresentam melhores resultados na indução e sincronização do estro em cabras do que em ovelhas e podem ser usados para encurtar a contra estação reprodutiva (JAINUDEEN *et al.*, 2004; O'CALLAGHAM *et al.*, 1994).

A inseminação artificial (IA) é uma biotécnica reprodutiva importante que foi incorporada na gestão das explorações pecuárias. É essencial para programas de melhoramento, porque permite a avaliação genética dos machos, a promoção de genes desejáveis, além de auxiliar no manejo das datas de nascimento para atender às demandas do mercado (ARRÉBOLA *et al.*, 2016). Para emprego da IA faz-se necessário o uso de rufião para detecção da fêmea no cio, além da avaliação do muco cervical, relacionando-o ao tipo de sêmen a ser empregado (fresco, refrigerado ou congelado) e à técnica de inseminação realizada.

Vários tratamentos hormonais foram desenvolvidos em cabras para induzir e sincronizar ovulações durante a estação de monta ou na contra estação, com intuito de se empregar a inseminação artificial em tempo fixo (IATF). O OvSynch, inicialmente

desenvolvido para bovinos (PURSLEY *et al.*, 1995) foi adaptado para a espécie caprina (HOLTZ *et al.*, 2008), usando duas aplicações de GnRH intercaladas por uma aplicação de prostaglandina. Enquanto o protocolo NCSynch-TAI começa com prostaglandina seguida de GnRH, depois prostaglandina e GnRH novamente (BOWDRIDGE *et al.*, 2013). Tanto o OvSynch como o NCSynch-TAI apresentam resultados satisfatórios para sincronização do estro e da ovulação em cabras durante o período de ciclicidade.

Outros tratamentos empregados baseiam-se na associação de um progestágeno (implante vaginal), a gonadotrofina coriônica equina (eCG) e a prostaglandina F_{2a} (ou seus análogos). Isso permite a inseminação apenas uma vez, em um tempo pré-determinado, com taxas de prenhez aceitáveis. Tais protocolos de sincronização e indução da ovulação podem ser utilizados tanto durante o período de ciclicidade quanto no período de inatividade reprodutiva (SIMÕES, 2015).

A Transferência de Embriões é uma biotécnica da reprodução assistida, que permite a multiplicação de animais de alto valor genético. A técnica é baseada na indução/sincronização do estro e superovulação, seguida de monta natural ou inseminação artificial. A colheita de embrião da doadora é realizada entre os dias seis e oito após a ovulação e inovulação para receptoras pré-sincronizadas (LEDDA; GONZALEZ-BULNES, 2018). Segundo com Fonseca *et al.* (2019), embriões frescos de cabra resultaram em taxas de parição de 55% após colheita não cirúrgica e inovulação do embrião via laparoscopia.

A recuperação de embriões por laparotomia e a inovulação de embriões por laparoscopia ainda são técnicas de escolha para cabras em todo o mundo. Embora resultados positivos na recuperação embrionária não cirúrgica tenham sido relatados em pequenos ruminantes (FONSECA *et al.*, 2018; FONSECA *et al.*, 2019), resultados referentes a inovulação não cirúrgica são raros para a espécie em questão (FONSECA *et al.*, 2014). Ambas as técnicas de Inseminação Artificial e Transferência de Embriões em caprinos ainda estão restritas a rebanhos de elite, devido às dificuldades encontradas no mercado da caprinocultura brasileira, escassez de conhecimento e assistência ao produtor, e também às particularidades anatômicas da espécie, que obstaculizam o emprego e difusão dessas biotécnicas (FONSECA *et al.*, 2010).

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A caprinocultura brasileira apresenta um grande espaço para crescimento e competitividade no mercado nacional e internacional. A compreensão das particularidades anatomofisiológicas reprodutivas dessa espécie permite a escolha criteriosa de diferentes manejos e biotécnicas disponíveis e direcioná-los para cada sistema de produção, a fim de alavancar os índices produtivos dos rebanhos e aos poucos, dando destaque para esse tipo de criação no cenário agropecuário brasileiro, e permitindo o desenvolvimento social e econômico das regiões, como o Nordeste, que tem o caprino como uma importante fonte

de renda e subsistência.

REFERÊNCIAS

ARENDET, J. Melatonin: characteristics, concerns, and prospects. **J. Biol Rhythms**. v.20, n.4, p. 291-303, 2005.

ARRÉBOLA, F.; SÁNCHEZ, M.; LÓPEZ, M.D.; RODRÍGUEZ, M.; PARDO, B.; PALACIOS, C.; ABECIA, J.A. Effects of weather and management factors on fertility after artificial insemination in Florida goats: A ten-year study, **Small Ruminant Research**, v.137, p.47-52, 2016.

BARIL, G.; BREBION, P.; CHESNE, P. Manuel de formation pratique pour la transplantation embryonnaire chez la brebis et la chèvre. **Étude FAO: Production et santé animales**, n.115, 1993.

BIAGIOLI, B.A. **Caprinocultura Brasileira. Entrevista para a empresa Scot Consultoria**, 2021. Disponível em: <https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/entrevistas/2021/A-caprinocultura-brasileira>.

BISSONNETTE, T.H. Experimental modification of breeding cycles in goats. **Phy. Zool.**, v.14, p.379, 1941.

BOLACALI, M.; KÜÇÜK, M. Fertility and Milk Production Characteristics of Saanen Goats Raised in Muş Region. **Kafkas Universitesi Veteriner Fakültesi Dergisi.**, v.18, n.3, p.351-358, 2012.

BOWDRIDGE, E.C.; KNOX, W.B.; WHISNANT, C.S.; FARIN, C.E. NCSynch: A novel, progestagen-free protocol for ovulation synchronization and timed artificial insemination in goats. **Small Ruminant Research**, v.110, n.1, p.42-45, 2013. Doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.07.025.

CASTRO, T.; RUBIANES, E., MENCHACA, A. et al. Ovarian dynamics, serum estradiol and progesterone concentrations during the interovulatory interval in goats. **Theriogenology**, v.52, p.399-411, 1999.

CHEMINEAU, P.; GAUTHIER, D.; POIRIER, J.C. et ai. Plasma levels of LH, FSH, prolactin, oestradiol 17 β and progesterone during natural and induced oestrus in the dairy goat. **Theriogenology**, v.17, n.3, p.313-323, 1982.

CHEMINEAU, P. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrous cycle in anovulatory goats – a review. **Livestock Production Science**, v.17, p.135-147, 1987.

CHEMINEAU, P.; MALPAUX, B.; DELGADILLO, J.A. et ai. Control of sheep and goat reproduction: use of light and melatonin. **Animal Reproduction Science**, v.30, p.157-184, 1992.

COUTO, F.A.A. Importância econômica e social da ovinocultura brasileira In: CNPq. Apoio à cadeia produtiva da ovinocultura brasileira. **Relatório Final**, Brasília, 69p. 2001.

DELGADILLO, J.A.; MALPAUX, B. Reproduction of goats in the tropics and subtropics. In: **VI International Conference on Goats**, p.785-793,1996.

EVANS, A. C. O. Ovarian follicle growth and consequences for fertility in sheep. **Animal Reproduction Science**, v.78, n.3/4, p.289-306, 2003.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations data (FAOSTAT) – livestock; 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA>.

FATET, A.; PELLICER-RUBIO, M.T.; LEBOEUF, B. Reproductive cycle of goats. **Animal Reproduction Science**, v.124, p.211-219, 2011.

FIGUEIREDO, E.A.P.; PANT, K.P.; LIMA, F.A.M.; FERNANDES, A.A.O. Brazilian goats: genetics resources. In: International Conference on Goats, 4, Brasília. **Proceedings...** Brasília: EMBRAPA-DDT. p.683-699, 1987.

FLORES-FOXWORTH, G. Reproductive biotechnologies in the goat. In: YOUNGQUIST, R.S.; THRELFALL, W.R. **Current Therapy in Large Animal**, 2 ed., St. Louis: Saunders Elsevier. p.603-614, 2007.

FONSECA, J. F. da. Alguns aspectos da transferência de embriões em caprinos. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.34, n.2, p.65-70, 2006.

FONSECA, J.F.; SIMPLÍCIO, A.A. Inseminação artificial e transferência de embrião em ovinos e caprinos. In: Encontro Internacional da Pecuária da Amazônia, 1. Meio ambiente e pecuária: **Anais...** Belém, PA: FAEPA; Instituto Frutal; SEBRAE-PA, 2008.

FONSECA, J.F.; SOUZA J.M.G.; BRUSCHI J.H. Considerações sobre eficiência reprodutiva no sistema de produção. In: **V Simpósio Mineiro de Ovinocultura**. Anais. Lavras: UFLA, 152-180, 2009.

FONSECA, J. F.; SOUZA, J. M. G.; CAMARGO, L. S. A. Produção de Oócitos e 12 Embriões em Pequenos Ruminantes: Passado, Presente e Futuro. **Acta Sci. Vet.**, 13 v.38, 337-369, 2010.

FONSECA, J.F.; ESTEVES, L.V.; ZAMBRINI, F.N.; BRANDAO, F.Z.; PEIXOTO, M.G.C.D.; VERNEQUE, R.D.S.; VIANA, J.H.M. Viable offspring after successful non-surgical embryo transfer in goats. **Arq. Brasil. Med. Vet. Zootec.**, v.66, n.2, p.613-616, 2014.

FONSECA, J.F.; BATISTA, R.I.T.P.; SOUZA-FABJAN, J.M.G.; OLIVEIRA, M.E.F.; BRANDÃO, F.Z.; VIANA, J.H.M. Freezing goat embryos at different developmental stages and quality using ethylene glycol and a slow cooling rate. **Arq. Brasil. Med. Vet. Zootec.**, v.70, n.5, p.1489-1496, 2018.

FONSECA, J.F.; OLIVEIRA, M.E.F.; BRANDÃO, F.Z.; BATISTA, R.I.T.P.; GARCIA, A.R.; BARTLEWSKI, P.M.; SOUZA-FABJAN, J.M.G. Non-surgical embryo transfer in goats and sheep: the Brazilian experience. **Reprod. Fertil. Dev.**, v.31, p.17-26, 2019.

FREITAS, V.J.F.; BARIL, G.; BOSC, M. et al. The influence of ovarian status on response to estrus synchronization treatment in dairy goats during the breeding season. **Theriogenology**, v.45, n.8, p.1561-1567, 1996.

GONZALEZ-STAGNARO, C. Comportamiento reproductivo de las razas locales de ruminantes en el trópico americano. **Reproduction des Ruminants en Zone Tropical**, v.20, n.1, p.1-83, 1984.

GONZALEZ-STAGNARO, C. Comportamiento reproductivo de ovejas y cabras tropicales. **Revista Científica**, v.3, p.99-111, 1993.

- GREYLING, J.P. Reproduction traits in the Boer goat doe. **Small Ruminant Research**. v.36, n.2, p.171-177, 2000.
- HAIMOV, I. Melatonin rhythm abnormalities and sleep disorders in the elderly. **CNS Spectr.**, v.6, n.6, p.502-6, 2001.
- HOLTZ, W.; SOHNREY, B.; GERLAND, M.; DRIANCOURT, M.A. Ovsynch synchronization and fixed-time insemination in goats. **Theriogenology**, v.69, p.785-792, 2008.
- HULET, C.V., SHELTON, M. Reproductive cycles of sheep and goats. In: Hafez, E.S.E. (Ed.), **Reproduction in Farm Animals**, p.346-357, 1980.
- IBGE – Pesquisa da Pecuária Municipal, 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>.
- IBGE, Estatística de Produção Pecuária; 2020. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Fasciculo_Indicadores_IBGE/abate-leite-couro-ovos_202004caderno.pdf
- JAINUDEEN, M.R.; WAHID, H.; HAFEZ, E. Ovinos e Caprinos. In: HAFEZ, B.; 6 HAFEZ, E. S. E. **Reprodução animal**. 7 ed, São Paulo: Manole, p.173-182, 2004.
- LEDDA, S.; GONZALEZ-BULNES, A. ET-Technologies in Small Ruminants. In: NIEMANN, H.; WRENZYCKI, C. (eds) **Animal Biotechnology 1**. Springer, Cham. 2018 https://doi.org/10.1007/978-3-319-92327-7_6.
- MAIA, M da S. Considerações sobre a caprinocultura no Brasil. Rio Branco: **EMBRAPA-CPAF-Acre**, 28p. (EMBRAPA-CPAF-Acre. Documentos, 17); 1994.
- MEDEIROS, L.F.D.; VIEIRA, D.H.; RODRIGUES, V.C.; BARBOSA, C.G.; SCHERER, P.O. Características de reprodução, peso ao nascer e mortalidade de caprinos Anglo-nubianos, no município do Rio de Janeiro I – Fatores que afetam o período de gestação, fertilidade e prolificidade. **R. bras. Ci. Vet.**, v.13, n.1, p.37-43, 2006.
- MISHRA, H. R., AND S. C. BISWAS. A study of the distribution of oestrus in Deshi goats. **Indian J. Dairy Sci.**, v.19, n.132, 1966.
- MORI, Y.; OKAMURA, H. Effects of timed melatonin infusion on prolactin secretion in pineal denervated goat. **Journal of Pineal Research**, v.3, n.1, p.77-86, 1986.
- O'CALLAGHAM, D.; DONOVAN, A.; SUNDERLAND, S.J. et ai. Effect of the presence of male and female flockmates on reproductive activity in ewes. **Journal of Reproduction and Fertility**, v.100, n.2, p.497-503, 1994.
- OLA, S.I.; EGBUNIKE, G.N. Behavioral and Morphological attributes of oestrus in West African Dwarf does under different physiological states. **Livest. Res. Rural Dev.**, v.16, n.1, 2004.
- PALMER, C. **Sheep and Goat Management in Alberta Reproduction**. 2 ed., Alberta: Alberta Lamb Producers and Alberta Goat Association, 2018. 76p.

PELLICER-RUBIO, M.T.; BOISSARD, K.; FORGERIT, Y.; POUGNARD, J.L.; BONNÉ, J.L.; LEBOEUF, B. Evaluation of hormone-free protocols based on the “male effect” for artificial insemination in lactating goats during seasonal anestrus. **Theriogenology**, v.85, n.5, p.960-969, 2016. Doi: 10.1016/j.theriogenology.2015.11.005.

PÉREZ-MARTINEZ, M., MENDOZA, M.E., ROMANO, M.C. Exfoliative vaginal cytology and plasma levels of estrone and estradiol-17 in young and adult goats. **Small Ruminant Research**, v.33, p.153-158, 1999.

PINTADO, B.; GUTIÉRREZ-ADÁN, A.; PÉREZ LLANO, B. Superovulatory response of Murciana goats to treatments based on PMSG/antiPMSG or combined FSH/PMSG administration. **Theriogenology**, v.50, n.3, p.357-364, 1998.

PURSLEY, J.R.; MEE, M.O.; WILTBANK, M.C. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2 and GnRH. **Theriogenology**, v.44, p.915-923, 1995.

RESTALL, B. J.; RESTALL, H.; WALKDEN-BROWN, S. W. The induction of ovulation in anovulatory goats by oestrous females. **Animal Reproduction Science**, v.40, n.2, p.299-303, 1995.

RODRIGUES, L. Sistemas de produção de caprinos de leite e carne em pasto ou confinamento. Botucatu, 2009. Disponível em: <http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/bbo/33004064048P2/2009/rodrigue_s_l_dr_botfmvz.pdf>

ROSA, H. J. D.; BRYANT, M. J. Seasonality of reproduction in sheep. **Small Ruminant Research**, v. 48, n.3, p.155-171, 2003.

SAMPAIO, J. A. R.; SALLES, M. G. F.; TORRES, C. A; ARAÚJO, A. A. Efeito macho interespecie: Indução de estro em cabras leiteiras pela presença de macho ovino. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.6, n.2, p.01-14, 2012.

SENGER, P.L. **Pathways to Pregnancy and Parturition**, 3rd edition, Washington: Current Conceptions, Inc., 2012. 381p.

SHELTON, M. Reproduction and Breeding of Goats. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.61, n.7, p.994-1010, 1978.

SILVA, H.W da; FAVARIN, S. A Importância Econômica da Criação de Cabra Leiteira para o Desenvolvimento Rural. **Revista Científica Rural**, v.22, n.1, p. 46-53; 2020.

SILVA, M.G.C.M.; DINIZ, C.R.; ROSADO, A.C. **Criação Racional de Caprinos. Universidade Federal de Lavras**. Pro-Reitoria De Extensão E Cultura - Proec Curso de Qualificação Profissional. Lavras-MG, 98p. 2015.

SIMOES, J. Recent advances on synchronization of ovulation in goats, out of ~ season, for a more sustainable production. **Asian Pacific J Reprod.**, v.4 p.157-165, 2015. Doi.org/10.1016/S2305-0500(15)30014-2.

SIMPLÍCIO, A.A.; SANTOS, D.O. Estação de Monta X Mercado de Cordeiro e Leite (Manejo Reprodutivo). **Simpósio de Caprinos e Ovinos da Escola de Veterinária da UFMG**, 17p; Belo Horizonte, MG, 2005.

SMITH, M. Clinical Reproductive Physiology and Endocrinology of Goats. In: YOUNGQUIST, R.S.; THRELFAL, W.R. **Current Therapy in Large Animals Theriogenology**, 2 ed., Philadelphia: W.B. Saunders Elsevier Inc., p.135-136, 2007.

SOUZA, W.H. O Agronegócio da Caprinocultura de Corte no Brasil. **Tecnol. & Ciên. Agropec.**, v.1, n.1, p.51-58, 2007.

SOUZA, W.H.; FACO, O.; OJEDA, M.D.B. Melhoramento genético de caprinos no Brasil. In: **Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal**, 8., 2010, Maringá. Melhoramento animal no Brasil: uma visão crítica: palestras. Maringá: SBMA, 2010.

STEWART, J.L. SHIPLEY, C.F. Puberty and Estrus in Goats. In: Management of Reproduction: Goats; **MSD Manual**, 2014. Disponível em: <https://www.msdtvetmanual.com/management-and-nutrition/management-of-reproduction-goats/puberty-and-estrus-in-goats>

TABBAA, M. J.; AL-ATIYAT, R. Breeding objectives, selection criteria and factors influencing them for goat breeds in Jordan. **Small Ruminant Research**, v.84, p.8-15, 2009.

TRALDI, A. S.; LOUREIRO, M. F. P.; CAPEZZUTO, A.; MAZORRA, A. L. Métodos de controle da atividade reprodutiva em caprinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.31, n.2, p.254-260, 2007.

VÉLIZ, F. G.; MORENO, S.; DUARTE, G.; VIELMA, J.; CHEMINEAU, P.; POINDRON, P.; MALPAUX, B.; DELGADILLO, J. A. Male effect in seasonally anovulatory lactating goats depends on the presence of sexually active bucks, but not estrous females. **Animal Reproduction Science**, v.72, n.3/4, p.197-207, 2002.

WALKDEN-BROWN, S.W.; MARTIN, G.B.; RESTALL, B.J. Role of male-female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. **Journal of Reproduction and Fertility**, v.54, p.243-257, 1999.

MANUTENÇÃO DA PALHADA SOBRE O SOLO APÓS SEMEADURA COM ADUBAÇÃO A LANÇO, DISCO DUPLÔ E HASTE

Data de aceite: 21/09/2021

Data de submissão: 06/07/2021

Tiago Pereira da Silva Correia

Universidade de Brasília, Brasília-DF
<http://lattes.cnpq.br/4449925191913751>

Gabriela Greice Pereira

Universidade de Brasília, Brasília-DF
<http://lattes.cnpq.br/1392677793056764>

Alyne Ayla Rodrigues de Souza

Universidade de Brasília, Brasília-DF
<http://lattes.cnpq.br/0028616753275440>

Phillipi Augusto Castro Maciel

Universidade de Brasília, Brasília-DF
<http://lattes.cnpq.br/4773567989273438>

Isabela Dias de Souza

Universidade de Brasília, Brasília-DF
<http://lattes.cnpq.br/1563645416961753>

Kamilla Saldanha Simão

Universidade de Brasília, Brasília-DF
<http://lattes.cnpq.br/8490293241129677>

RESUMO: A cobertura dos solos com palhada é indispensável para a sustentabilidade do sistema plantio direto. A semeadura mecanizada nesse sistema pode ser realizada com adubação a lanço ou no sulco de semeadura, esse aberto com mecanismos sulcadores do tipo disco duplo ou haste. O objetivo do trabalho foi avaliar a quantidade de palhada no solo após semeadura direta de milho com adubação a lanço, no sulco

com disco duplo e com haste. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com três tratamentos e quatro repetições, sendo os tratamentos: adubação a lanço (AL), adubação no sulco de semeadura com disco duplo (ADD) e adubação no sulco de semeadura com haste (AH). Foi realizada a semeadura de milho sobre palhada de braquiária e resíduos de colheita de soja. As variáveis avaliadas foram a porcentagem da superfície do solo coberta com palhada (SCP) e massa seca da palhada do solo (MSP). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). A semeadura com haste sulcadora reduz a quantidade de palha e a cobertura do solo em 38,2 e 25,8% respectivamente.

PALAVRAS - CHAVE: Plantio direto, cobertura do solo, mecanismos sulcadores

MAINTENANCE OF SOIL STRAWING AFTER SEEDING WITH LOOP FERTILIZATION, DOUBLE DISC AND ROD

ABSTRACT: Covering the soil with straw is essential for the sustainability of the no-tillage system. Mechanized sowing in this system can be carried out with fertilization by haul or in the sowing furrow, which is open with double disc or stem furrow mechanisms. The objective of this work was to evaluate the amount of straw in the soil after direct sowing of corn with fertilization by haul, in the furrow with double disc and with stem. The experimental design was a randomized block with three treatments and four repetitions, the treatments being: fertilization by haul (AL),

fertilization in the sowing furrow with double disc (ADD) and fertilization in the sowing furrow with stem (AH). Corn was sown on brachiaria straw and soybean harvest residues. The variables evaluated were the percentage of the soil surface covered with straw (SCP) and dry mass of the soil straw (MSP). The data obtained were submitted to analysis of variance and the means compared by the Tukey test ($P \leq 0.05$). Sowing with a furrowing rod reduces the amount of straw and soil cover by 38.2 and 25.8%, respectively.

KEYWORDS: No-tillage, ground cover, furrower mechanisms

INTRODUÇÃO

A utilização de plantas de cobertura para formação de palhada no plantio direto é importante para a qualidade física do solo, tanto na proteção da superfície quanto no aporte de fitomassa proveniente da parte aérea e raízes (SOUZA et al. 2014). Além disso, acumulam nutrientes e os liberam durante sua decomposição, possibilitando manutenção e melhoria da fertilidade do solo, e estímulo à atividade biológica pela interação positiva entre plantas e microbiota do solo (REIS et al. 2012; SILVA et al. 2014).

De acordo com Silva et al. (2018), em sistema de semeadura direta as adubações são realizadas a lanço ou incorporados no sulco de semeadura aberto por mecanismos sulcadores integrados a semeadora-adubadora. Segundo os autores vários são os tipos de mecanismos sulcadores que rompem a camada superficial do solo no momento da semeadura, dentre eles o disco duplo e a haste modelo facão estão entre os mais utilizados, apresentando desempenhos que variam conforme a textura e estrutura do solo e a quantidade de palhada na superfície do solo.

Sobre a adubação a lanço, Reynaldo et al. (2006) esclarecem que é realizada com equipamentos distribuidores de insumos sólidos, os quais distribuem o insumo por ação gravimétrica ou centrífuga sobre a superfície do solo, sem incorporação mecânica do insumo com o solo. De acordo com Paula (2018), esse tipo de adubação reduz o tempo nas paradas para o abastecimento da semeadora-adubadora, possibilita redução do número de conjuntos trator-semeadura e dos custos operacionais.

No contexto da importância de palhada para o sistema plantio direto e as possíveis formas de adubação mecanizada, o objetivo do trabalho foi avaliar a quantidade de palhada no solo após semeadura direta de milho com adubação a lanço, no sulco com disco duplo e com haste.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no ano safra 2017/2018 em campo experimental do Laboratório de mecanização agrícola da Fazenda Água Limpa - LAMAGRI, localizada em Brasília/DF, pertencente a Universidade de Brasília.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com três tratamentos e

quatro repetições, sendo os tratamentos: adubação a lanço (AL), adubação no sulco de semeadura com disco duplo (ADD) e adubação no sulco de semeadura com haste (AH).

A área vinha sendo manejada sob sistema plantio direto com sucessão soja/milho no verão, e *Brachiaria ruziziensis* no inverno. Previamente a semeadura a vegetação de cobertura foi dessecada com herbicida Glifosato (2,5 L ha⁻¹) e óleo mineral (0,5 L ha⁻¹).

Para o tratamento AL foi utilizado um distribuidor de sólidos marca Stara, modelo Twister 1500 APS, e para ADD e AH uma semeadora-adubadora marca Jumil, modelo JM3060 PD, sete linhas espaçadas em 0,5 m, disco de corte de palha de 17", mecanismos sulcadores do tipo disco duplo lisos desencontrado de 15" (Para ADD), e haste sulcadora parabólica (Para AH), com 470 mm de altura, 70 mm de largura e ponteira pontiaguda reta de 22 mm de largura, inclinada em 23°.

A semeadura foi realizada 30 dias após a dessecação, sendo realizadas avaliação de porcentagem da superfície do solo coberta com palhada (SCP) e massa seca da palhada do solo (MSP), ambas antes e após a semeadura, conforme métodos descritos por Lafen et al. (1981) e Chaila (1986) respectivamente. Para MSP foram realizadas quatro amostragens de um m² cada por parcela, sendo a palhada submetida ao método padrão da estufa a 60 °C durante 72 horas, conforme Timossi et al. (2007). Para SCP realizou-se contagens de pontos sem palha nas direções diagonais de cada parcela.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey (P≤0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de MSC e SCP são apresentados na Tabela 1.

Tipo de adubação	MSP (kg ha ⁻¹)	
	Antes	Depois
AL	7208,42 aA	7207,67 aA
ADD	7196,57 aA	6009,12 bB
AH	7210,92 aA	4450,92 cB
	SCP (%)	
	Antes	Depois
AL	99,62 aA	93,29 aB
ADD	99,50 aA	84,15 bB
AH	99,82 aA	73,97 cB
ANOVA		
	MSP	SCP
Forma de adubação (A)	373,49**	87,18**

Palhada (B)	1018,33**	717,48**
AxB	375,45**	91,02**
C.V. (%)	1,54	1,57

Tabela 1. Síntese dos valores de análise de variância (ANOVA) e do teste de médias para as variáveis massa seca de palhada do solo (MSP) e superfície do solo coberta por palhada (SCP).

Mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). **significativo ($P \leq 0,01$); CV: coeficiente de variação.

Como esperado, antes da semeadura não foi verificada diferenças de MSP e SCP entre os tratamentos, sendo verificada médias de 7205,3 kg ha⁻¹ e 99,6% respectivamente. De forma similar, no AL não foi verificada diferença de MSP entre antes e depois da semeadura, sendo em média 7208 kg ha⁻¹.

Comparando a MSP entre tratamentos depois da semeadura, AH apresentou menor valor, 4450,92 kg ha⁻¹, sendo 38,2 e 25,9% menor que AL e ADD respectivamente. ADD apresentou MSP 16,6% menor que AL, sendo de 6009,12 kg ha⁻¹.

Entre antes e depois, a MSP de ADD e AH foram reduzidas depois da semeadura. No ADD a redução foi de 16,5%, e no AH foi de 38,2%.

Depois da semeadura a maior SCP foi obtida em AL, 93,29%, e a menor em AH, 73,97%, diferença de 19,3%.

Entre antes e depois, a SCP de todos os tratamentos foi reduzida depois da semeadura. No AL a redução foi de 6,33%, realizada por ação do disco de corte de palha e mecanismo sulcador de sementes. No ADD a redução foi de 15,3% e no AH 25,8%, potencializadas pelas características peculiares de cada mecanismo sulcador, disco duplo ou haste.

As diferenças entre MSP e SCP entre ADD e AH corroboram com Silva (2003), que verificou diferença de 18,3% entre sulcadores, sendo o disco duplo o que apresentou maior manutenção da palhada na superfície.

CONCLUSÕES

A semeadura com haste sulcadora reduz a quantidade de palha e a cobertura do solo em 38,2 e 25,8% respectivamente.

REFERÊNCIAS

CHAILA, S. Metodos de evaluación de malezas para estudios de población y de control. **Malezas**, v.14, n.2, p.1-78, 1986.

LAFLEN, J. M.; AMEMIYA, A.; HINTZ, E. A. Measuring crop residue cover. **Soil Water Conservation**, v.36, p.341-343, 1981.

PAULA, G.L.C.M.C. **Modos de antecipação da adubação da semeadura da soja (verão) e sorgo (outono-inverno)**. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. 2018, 71f.

REIS, R.J.A et al. Efeitos de plantas de cobertura nas associações do milho (*Zea mays* L.) com fungos benéficos do solo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v.2, n.2, p.75-80, 2012.

REYNALDO, E.F.; MACHADO, T.M.; TAUBINGER, L.; QUADRO, D. Distribuição de fertilizantes a lanço em função da qualidade do insumo. **Energ. Agric.**, Botucatu, vol. 31, n.1, p.24-30, 2016.

SILVA, P. R. A. **Mecanismo sulcadores de semadora-adubadora na cultura do milho (*Zea mays* L.) no sistema de plantio direto**. Botucatu, 2003. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

SILVA, F.R.; ALBUQUERQUE, J.A.; BORTOLINI, D.; COSTA, A.; FONTOURA, S.M.V. Semeadura direta com diferentes mecanismos sulcadores: alterações em propriedades de um Latossolo Bruno e produtividade das culturas. **Rev. Ciênc. Agrovet.**, Lages, n.17, v.3, p.428-434, 2018.

SILVA, EC. et al. **Adubação verde como fonte de nutrientes às culturas**. In: LIMA FILHO OF et al. Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. 1.ed. Brasília: Embrapa, 2012. p.267-305.

SOUZA LS et al. **Adubação verde na física do solo**. In: LIMA FILHO OF et al. Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. 1.ed. Brasília: Embrapa, 2014. p.337-369.

TIMOSSI, P.C.T.; DURIGAN, J.C.; LEITE, G.J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.4, p.617-622, 2007.

CAPÍTULO 11

LA INVESTIGACIÓN UN PROCESO DE ENSEÑANZA EN LA FORMACIÓN INTEGRAL DE LOS INGENIEROS AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN MEDIANTE EL USO DE UNA PARCELA DEMOSTRATIVA

Data de aceite: 21/09/2021

José Luis Gutiérrez Liñán

Profesor de Tiempo Completo. Centro Universitario UAEM Zumpango de la Universidad Autónoma del Estado de México, Zumpango, Estado de México, México

Carmen Aurora Niembro Gaona

Profesora de Tiempo Completo, Centro Universitario UAEM Zumpango de la Universidad Autónoma del Estado de México, Zumpango, Estado de México, México

Alfredo Medina García

Profesor de Tiempo Completo de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México. México

María Candelaria Mónica Niembro Gaona

Profesora de Tiempo Completo, Centro Universitario UAEM Zumpango de la Universidad Autónoma del Estado de México, Zumpango, Estado de México, México

RESUMEN: La investigación es uno de los pilares de toda universidad, por lo que se ve como una oportunidad de proceso de enseñanza-aprendizaje en los programas de Ingeniería Agrícola, por lo que es necesario que los alumnos establezcan un cultivo de interés propio, bajo el modelo de parcela demostrativa, utilizando las metodología de un diseño experimental y la integración de sus conocimientos adquiridos

en el aula, para lograr una formación integral en la generación de conocimientos, así mismo el desarrollo de habilidades y destrezas de la misma profesión y de esta manera las instituciones responsables de la formación de Ingenieros Agrónomos den respuesta a las exigencias del mercado laboral y de la misma sociedad. En esta ocasión la Licenciatura de Ingeniero Agrónomo en Producción que se oferta en el Centro Universitario UAEM Zumpango de la Universidad Autónoma del Estado de México, ha implementado como modelo de enseñanza integral con el uso la parcela Demostrativa, donde el alumno integrará sus conocimientos adquiridos en su aulas, y se logra una dinámica de formación integral de la teoría con la práctica, con esto se busca que el discente encuentre el sentido de las cosas y lograr abatir los índices de deserción por no cumplir sus expectativas.

PALABRAS - CLAVE: Investigación, Enseñanza, Formación Integral, Parcela Demostrativa.

RESEARCH A TEACHING PROCESS IN THE INTEGRAL TRAINING OF AGRICULTURAL ENGINEERS IN PRODUCTION THROUGH THE USE OF A DEMONSTRATIVE PLOT

ABSTRACT: Research is one of the pillars of every university, so it is seen as an opportunity for the teaching-learning process in Agricultural Engineering programs, so it is necessary for students to establish a cultivation of self-interest, under the model of demonstrative plot, using the methodology of an experimental design and the integration of their knowledge acquired in the classroom, to achieve a comprehensive training

in the generation of knowledge, as well as the development of skills and abilities of the same profession and in this way the Institutions responsible for the training of Agricultural Engineers respond to the demands of the labor market and of society itself. On this occasion, the Bachelor of Agricultural Engineering in Production that is offered at the UAEM Zumpango University Center of the Autonomous University of the State of Mexico, has implemented as a comprehensive teaching model with the use of the Demonstration plot, where the student will integrate their knowledge acquired in their classrooms, and a dynamic of integral formation of theory with practice is achieved, with this it is sought that the student finds the meaning of things and manages to lower the dropout rates for not meeting their expectations.

KEYWORDS: Research, Teaching, Comprehensive Training, Demonstration Plot.

INTRODUCCIÓN

Una de las prioridades actual de toda Institución de Educación Agrícola es la formación integral de los Ingenieros Agrónomos y cumplir con el perfil de egreso que establece todo programa Educativo de una Licenciatura en las Ciencias Agropecuarias, que es formar profesionales en la agronomía que denominamos Ingeniero Agrónomo y definimos como el profesional encargado de sacar el mayor provecho a los recursos que ofrece la naturaleza a través de investigaciones y estudios. Asimismo, estos están cualificados para la realización de valoraciones, tasaciones de terrenos y gestión de proyectos y obras. Sus responsabilidades que tiene que asumir son diferentes según en el proyecto o sector en el que esté trabajando, pero en la mayoría de ellos requieren capacidad de toma de decisiones, gestión de equipos de trabajo y tener una alta fluidez en la comunicación, ya que tiene que estar en contacto con un gran número de personas.

Por lo que siempre en la actualizaciones o reestructuraciones de programas de Estudio, se busca que el alumno obtenga un conocimiento integrado a partir de la investigación, por lo que es de gran necesidad la formación práctica del Ingeniero Agrónomo y es una discusión que data desde varias décadas, si bien la práctica se plantea como fundamental y ésta se articula directamente con la teoría, el desarrollo de este tipo de actividades permite reflexionar sobre lo que se trata de hacer, y por lo tanto teorizar sobre ello, por lo anterior al utilizar la parcela demostrativa o unidad de producción como una estrategia en la formación de recursos humanos en esta disciplina, permitirá a los estudiantes dominar los conocimientos que corresponde a una formación integral, y logre asociar dinámicamente la teoría y la práctica, para el desarrollo de competencias profesionales.

No debemos olvidar que la educación es praxis. Implica teoría-práctica y reflexión-acción. La práctica sin teoría se transforma en activismo. El activismo no tiene reflexión crítica. La teoría sin práctica se transforma en verbalismo.

Este trabajo se llevó a cabo en el Centro Universitario UAEM Zumpango de la Universidad Autónoma del Estado de México, es importante mencionar que es el único espacio académico de la Universidad en ofertarlo en todo el Estado de México y

prácticamente consiste en llevar a cabo la integración de algunas unidades de aprendizaje que forman parte del quinto periodo de acuerdo a su Trayectoria Académica ideal de acuerdo a su Plan de Estudios de 10 periodos, las unidades de aprendizaje consideradas fueron Experimentación Agropecuaria, Fisiotécnia Vegetal, Manejo Integral del Suelo y Agua, Uso y Manejo de Pesticidas, Patología Vegetal, Administración y Contabilidad Agropecuaria, cuyo propósito fue que los contenidos temáticos de estas unidades de aprendizaje sean aplicadas en el desarrollo de una unidad de producción que será establecida por los alumnos, agrupados en equipos de trabajo y los cuales los establecerán bajo la metodología de los diseños experimentales y de esta manera asegurar la integración del conocimiento en la resolución de caso real, utilizando una parcela demostrativa.

La enseñanza basada en investigación hace referencia al diseño del programa académico donde los estudiantes requieren hacer conexiones intelectuales y prácticas entre el contenido y habilidades declarados en el programa, y los enfoques de investigación y fronteras de las disciplinas que lo componen.

La **Investigación como Proceso de Enseñanza (IPE)** consiste en la utilización de la Investigación con estrategias de enseñanza y aprendizaje cuyo propósito es conectar la investigación con la enseñanza, las cuales permiten la incorporación parcial o total del estudiante en una investigación basada en métodos científicos, bajo la supervisión del profesor utilizando una herramienta común en la demostraciones de campo que es la parcela demostrativa.

OBJETIVO GENERAL

Promover la generación de conocimientos de una manera integral a los alumnos de Quinto Periodo de la Licenciatura de Ingeniero Agrónomo en Producción, en el Centro Universitario UAEM Zumpango.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

De Docencia

- Establecer una parcela demostrativa con apoyo de un modelo Estadístico (Diseño Experimental) que les permita a los alumnos tener una integración y retroalimentación de los conocimientos adquiridos para dar respuesta a un problema dado.
- Generar la integración y generación de conocimientos a partir de una situación real (parcela demostrativa), se establecerá en función con la participación de los docentes responsable de las UA Experimentación Agropecuaria, Fisiotécnia Vegetal, Manejo Integral del Suelo y Agua, Uso y Manejo de Pesticidas, Patología Vegetal, así como Administración y Contabilidad agropecuaria para la construcción, retroalimentación y generación de conocimientos.

- La producción obtenida de cada modulo es de carácter académico y no de producción comercial.
- Diseñar políticas de seguridad e higiene necesarias en el establecimiento de modelos de enseñanza práctica en la agronomía.

METAS

- Realizar el establecimiento de una parcela demostrativa con los alumnos del quinto periodo de la Licenciatura de Ingeniero Agrónomo en Producción para diseñar, establecer, manejar el módulo de producción a partir de una Investigación.
- Capacitar para el establecimiento de una parcela demostrativa o unidad de producción bajo la metodología de los diseños experimentales.
- Integración de los contenidos temáticos de las unidades Experimentación Agropecuaria, Fisiotécnica Vegetal, Manejo Integral del Suelo y Agua, Uso y Manejo de Pesticidas, Patología Vegetal, para el desarrollo de la parcela demostrativa o unidad de producción, aplicando la metodología de la estrategia de Aprendizaje basada en la Investigación.

ANTECEDENTES

La enseñanza basada en investigación hace referencia al diseño del programa académico donde los estudiantes requieren hacer conexiones intelectuales y prácticas entre el contenido y habilidades declarados en el programa, y los enfoques de investigación y fronteras de las disciplinas que lo componen.

Actualmente las Instituciones de Educación Superior tienen un gran desafío que es fortalecer la vinculación con el campo laboral, el cual marca la pauta hacia el perfil de egreso, donde sus egresados deben tener una visión multidisciplinaria y su formación cuyo perfil se orienta no solo a obtener elementos y herramientas que incidan en la parte productiva de la agricultura, lo cual es básico e importante, sino en la formación integral que comprende conocimientos y habilidades en el ámbito de los Agronegocios, y aptitudes para los procesos de planeación, implementación y administración agroempresarial, actitudes para dar y mantener la competitividad y la vinculación al mercado de manera favorable, dando un Ingeniero agrónomo proactivo, propositivo, creativo y comprometido con lo que hace y con quién lo hace (Niembro y Navarro, 2013).

Por lo anterior debemos tener claro que la Universidad es una institución social encargada de preservar, desarrollar y difundir la cultura en correspondencia con las exigencias de la contemporaneidad, tiene en su centro la formación de los profesionales, como depositarios y promotores de la cultura y el desarrollo del país (Delgado--).

Para lograr una educación de calidad, con cobertura y equidad entre los sectores de la sociedad, así como entre los ámbitos rural y urbano, sigue siendo un anhelo y una promesa de todo país. Evidentemente las instituciones de educación agrícola no son responsables de la crisis ni tampoco es su responsabilidad resolverla en todos sus componentes, ya que tanto la educación como la suerte del campo están sujetas fuertemente a un modelo económico social y a un proyecto de país. Si les corresponde a las instituciones educativas realizar una crítica a ese modelo y proyecto, crítica que se ejerce a través de propuestas y defensa de estas.

Por lo que en la actualidad la formación del Ingeniero Agrónomo sin importar su especialidad debe estar enfocada a partir de estrategias de aprendizaje, como un recurso que permitirá una resolución de un caso real, donde tendrá la posibilidad de realizar una integración de su conocimiento adquirido previamente, al nuevo y construir un nuevo conocimiento, que le dará las herramientas necesarias para poder dar respuesta al problema que se le presenta. Al considerar la parcela demostrativa como una estrategia de aprendizaje ha permitido que nuestros estudiantes desarrollen habilidades y destrezas, que en su momento no hubieran podido desarrollar.

Por es necesario recordar la Investigación como Proceso de Enseñanza (IPE) consiste en la utilización de la Investigación con estrategias de enseñanza y aprendizaje cuyo propósito es conectar la investigación con la enseñanza, las cuales permiten la incorporación parcial o total del estudiante en una investigación basada en métodos científicos, bajo la supervisión del profesor.

Si para enseñar agronomía es necesario que el Docente con ayuda de sus estudiantes lleve a cabo el establecimiento de un lote experimental el cuál se le a denominado parcela demostrativa, la cual tiene el principio de poner al estudiante con una realidad, donde interactúan genotipos, medio ambiente y donde se expresa la interacción del Genotipo X ambiente que se ve reflejado con el estímulo-repuesta que se convierte en el crecimiento del cultivo y donde el alumno deberá hacer la interpretación de los resultados de campo. por lo que es necesario definir en este trabajo a la parcela demostrativa como el área de la finca, manejada por el productor, pero bajo el control y la orientación del extensionista. La decisión de establecer la parcela reside más en el interés del extensionista. En este caso específico, el productor es un colaborador del técnico (PRIAG, 1995).

Las labores del cultivo y aplicación de técnicas son dirigidas por el técnico, pero son realizadas por el productor. Así mismo, hay un continuo asesoramiento del investigador al extensionista, fruto de las supervisiones y apoyo en el campo.

El propósito de una parcela demostrativa es mostrar las características, ventajas y desventajas de una nueva tecnología respecto a la tecnología del productor. A través de la parcela demostrativa se trata de que le productor colaborador y demás productores, conozcan evalúen y adopten las nuevas prácticas. El desarrollo de esta actividad cuenta con la orientación y enseñanza del investigador y extensionista, así como la participación

del productor-colaborador y extensionista, lo que facilita la comparación de ésta, con las prácticas tradicionales utilizadas por los productores de la localidad. Se espera que, con base en el desarrollo y resultados de la parcela, la tecnología propuesta se aplique posteriormente en un área mayor de la finca del productor (PRIAG, 1995).

La parcela demostrativa es una estrategia útil para informar, motivar y capacitar a los agricultores y estudiantes de las áreas de las ciencias agropecuarias sobre una tecnología.

Con el establecimiento de esta estrategia de enseñanza aprendizaje en la formación de Ingenieros Agrónomos para la transferencia de tecnología agrícola, la implementación de diversas técnicas apropiadas que generen las condiciones para el crecimiento de la productividad de los cultivos, tales como riego por goteo, ferti-irrigación, siembra bajo cobertura, solarización, manejo agronómico y aplicación de productos fitosanitarios, entre otros.

Para los docentes que adopten estas herramientas tecnológicas como estrategias de aprendizaje para desarrollar los contenidos temáticos de sus Unidades de aprendizaje, le permitirá tener mejor aprovechamiento académico de sus alumnos y les facilitarán a sus discentes la construcción de sus conocimientos de una manera integral y proactiva.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la Universidad Autónoma del Estado de México, con sede en el Centro Universitario UAEM Zumpango, ubicado en el Municipio de Zumpango de Ocampo, Estado de México, desde 1987, se oferta la Licenciatura de Ingeniero Agrónomo en Producción, y fue hasta 2004 se implemento planes y programas bajo el enfoque de competencias, con la intención de disminuir los índices de reprobación, de deserción, así como la tasa de eficiencia terminal, A los alumnos se le integraron en equipos de trabajo, mismos que eligieron un cultivo de interés en común y lo se establecieron en campo bajo un modelo estadístico, con la finalidad de reconocer la interacción de los factores involucrados en el crecimiento y desarrollo de dicho cultivo, y al mismo tiempo permitió el conocimiento y el dominio de las metodologías utilizadas en la Experimentación Agropecuaria, para validar tratamientos y variedades a partir de la construcción de los análisis de varianza y encontrar los materiales más sobresalientes, con la intención de dar una respuesta a la problemática actual de cada cultivo elegido.

RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos en el establecimiento de las parcelas demostrativas de los alumnos de la licenciatura de Ingeniero Agrónomo en Producción, se logró la integración de los conocimientos adquiridos en el aula y llevarlos a la práctica ha permitido, que los discentes desarrollen habilidades y destrezas que le solicitan en la profesión y encontrar soluciones a los problemas que se enfrentaron durante el desarrollo de su parcela

demostrativa y conlleva a motivarlos a seguir con sus estudios de licenciatura en el área de las Ciencias Agropecuarias, así como disminuir los índices de deserción o abandonos en los estudios, que es el talón de Aquiles de toda Institución que se dedica a la formación de recursos humanos en esta área del conocimiento.

El alumno tuvo necesidad de realizar la preparación del terreno utilizando la maquinaria agrícola de la Escuela, una vez preparado la cama de siembra, procedió a establecer el modelo experimental, le dio seguimiento con los trabajos de labores culturales, hasta la cosecha, así como la realización del cálculo de rendimiento.

Este tipo de estrategias se centra en el aprendizaje, por lo cual el estudiante es el centro de la acción, y el profesor es tan solo un coordinador estratégico de las actividades. La estrategia no es un fin, sino un medio para que los discentes desarrollen capacidades colectivas para la solución de problemas, siendo innovativos en la búsqueda de alternativas basadas en la observación, la experimentación, el descubrimiento, el análisis y la discusión grupal, la síntesis y toma de decisiones, siempre basados en sus necesidades y condiciones del entorno donde se desarrollen (Pezo et.al.2007).

Esta metodología supone romper paradigmas de enseñanza/aprendizaje en el comportamiento de los estudiantes. Es una oportunidad para compartir los saberes técnicos- científicos y los que constituyen el conocimiento (Pezo et.al.2007), generado a partir de su estancia en semestres anteriores. Además, esta estrategia incentiva el interés de los alumnos en la experimentación, como insumo para el proceso de toma de decisiones.



Figura No.1. Parcela Demostrativa del Cultivo de Cebada

Fuente: José Luis Gutiérrez Liñán, Centro Universitario UAEM Zumpango



Figura No.2. Trazo de la Parcela Demostrativa de Maíz
Fuente: José Luis Gutiérrez Liñán, Centro Universitario UAEM Zumpango

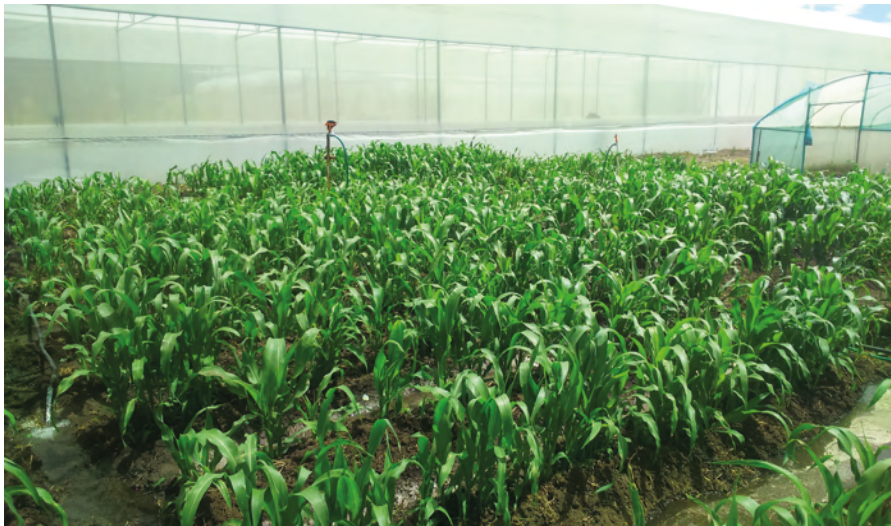


Figura No.3. Parcela Demostrativa de Maíz
Fuente: José Luis Gutiérrez Liñán, Centro Universitario UAEM Zumpango

CONCLUSIONES

- La investigación como estrategia de enseñanza-aprendizaje permite la mejor comprensión del conocimiento por parte de los alumnos y lograr la integración del mismo a partir del uso de la parcela demostrativa.
- Se destaca la importancia de generar espacios productivos de integración don-

de los estudiantes puedan realizar prácticas profesionales con el acompañamiento de docentes en el marco de un proyecto integral.

- La particularidad de considerar la parcela demostrativa como una estrategia didáctica en la formación de Ingenieros Agrónomo en Producción genera un espacio productivo con fines docentes y de vinculación.
- Permite trabajo en equipo y aprecia la valoración de la participación en un medio productivo y del desempeño de habilidades donde resulta necesario la integración de los conceptos teóricos y prácticos para la resolución de casos.
- Con el uso de la parcela demostrativa como estrategia didáctica, permite ser una herramienta motivadora para la formación de los futuros Ingenieros Agrónomo.
- Al conjugar la Investigación y el uso de la parcela demostrativa logra la motivación e integración hacia esta área del conocimiento.

REFERÊNCIAS

Arias S., Martinonia G.I., Piazza A.M., Requesens E., Núrica R.P., Valicenti R. taller de integración: una propuesta para Agronomía. Revista argentina de Humanidades y Ciencias Sociales. Vol. 4, Núm.1 (2006). ISSN 1669-1555.

Pedraza R. D.M.1992. Diagnóstico, planeación y desarrollo de una granja didáctica agropecuaria. Universidad la Salle, Facultad de Administración de Empresas Agropecuarias.

Pezo A. D., Cruz J., Piniero M. 2007. Las Escuelas de Campo de Ganaderos: Una Estrategia para Promover la Rehabilitación y Diversificación de Fincas con Pasturas Degradadas. XX Reunión ALPA, XXX Reunión APPA-Cusco-Perú. Arch. Latinoamérica. Producción Animal. Vol.15 (Suplemento 1)

PRIAG, 1995. Elementos para una estrategia de transferencia de tecnología, Documento Técnico 20, IICA, Central Coronado, Costa Rica.

Quintana M. R.M., Espinoza P.J.R., Gutiérrez O.A.C. Granja didáctica universitaria, Educación ambiental y producción animal sustentable para toda la vida. Revista Iberoamericana para la Investigación y Desarrollo Educativo. Vol.4, Núm.7 Julio-diciembre 2013. ISSN 2007-7467.

Niembro G. C.A; Navarro S.L. 2013. Tendencias Actuales de la Formación del Ingeniero Agrónomo. Capítulo del Libro. Profesionalización y Campo Laboral de la Educación Agrícola de Gutiérrez L. J.L; Niembro G. C. 2013. Editorial Parentalia ediciones, México.

El Dr. en Ed. José Luis Gutiérrez Liñán. Es profesor de tiempo completo en el Centro Universitario UAEM Zumpango de la Universidad Autónoma del Estado de México. Su licenciatura es Ingeniero agrónomo en Producción, su Maestría en Fitomejoramiento y Doctor en educación. Su línea de Investigación es Educación Agrícola, es Profesor con reconocimiento Deseable ante la SEP, Líder del Cuerpo Académico Gestión de la Educación e Investigación Sustentable. Ha escrito 9 libros y más de 10 capítulos de libros, ha impartido diferentes ponencias en encuentros académicos a nivel nacional como internacional, asesor de proyectos de titulación.

La Dra. en Ed. Carmen Aurora Niembro Gaona. Es profesora de tiempo completo en el Centro Universitario UAEM Zumpango. Su maestría es en Docencia y administración de la Educación Superior y Doctora en Educación. Su línea de Investigación es Educación, Integrante del Cuerpo Académico Gestión de la Educación e Investigación Sustentable, instructora de cursos a docentes de educación básica y educación Media Superior. Escritora de 3 Libros y 9 capítulos de libro, escritora de varias ponencias, asesora de proyectos productivos y de emprendedurismo. Es profesora con Reconocimiento Deseable ante la SEP.

El Mtro. en Ed. Alfredo Medina García. Es Profesor de Tiempo Completo de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEM, Su maestría es en Educación, es candidato a Doctor en Educación, es Profesor con Reconocimiento Deseable ante la SEP, integrante del Cuerpo Académico Gestión de la Educación e Investigación Sustentable. ha participado en un sinnúmero de Ponencias a Nivel Nacional e Internacional, asesor de trabajos de titulación.

María Candelaria Mónica Niembro Gaona. Profesora de Tiempo Completo, Centro Universitario UAEM Zumpango, es colaboradora del Cuerpo Académico Gestión de la Educación e Investigación Sustentable, autor de varios capítulos de libro, ponente en diferentes eventos académicos a Nivel Nacional e Internacional.

PROJETO DE SILO SECADOR DE GRÃOS PARA O PEQUENO PRODUTOR NA REGIÃO NOROESTE DE MINAS

Data de aceite: 21/09/2021

Data de submissão: 03/07/2021

Adrieny Kerollen Alves Lopes

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, ICA/ UFVJM
Unaí – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/6541698887456078>

Hellen Pinto Ferreira Deckers

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, ICA/ UFVJM
Unaí – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/0066067112109904>

Marcelo Bastos Cordeiro

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, ICA/ UFVJM
Unaí – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/1860018511799246>

RESUMO: Apesar do expressivo crescimento na produção de grãos o Brasil apresenta uma inadequada infraestrutura de armazenagem, com a existência de uma grande lacuna entre o volume de produção e a capacidade estática existente. A maioria dos sistemas de armazenamento concentram-se nas grandes propriedades. Contudo, o aumento na capacidade de armazenamento pelo pequeno e médio produtor, pode lhe conferir uma diminuição nos custos de pós-colheita e garantir melhores estratégias de negociação, podendo escolher o melhor momento para a comercialização. O objetivo do estudo foi realizar uma proposta de projeto de silo secador de baixo custo e fácil

execução, adequado às condições das pequenas propriedades rurais na Região Noroeste de Minas Gerais. O silo secador apresenta baixa relação altura/diâmetro, construído em alvenaria armada, com fundo plano e falso e capacidade para 300 sacas. O dimensionamento baseou-se na norma BS EN 1991-4:2006. A determinação das pressões atuantes foi realizada de acordo com a Teoria de Rankine, para milho e soja. Os valores do coeficiente K encontrados foram de 0,33 para milho e 0,44 para soja. As pressões verticais estáticas (P_{ve}) encontradas para milho e soja variam de 0 kN m⁻² até 17,34 kN m⁻² na posição máxima. As pressões horizontais estáticas (P_{he}) são maiores quando se armazena soja, variando entre 0 kN m⁻² até 7,60 kN m⁻² na posição máxima da célula; enquanto para o milho a P_{he} chega a 5,78 kN m⁻² na maior posição. De maneira geral, para milho e soja, a P_{ve} apresenta valores mais elevados que a P_{he} ao longo da profundidade dos grãos na célula. Desta forma, constatou-se que não há diferenças significativas das pressões para os produtos analisados. A proposta de silo secador de baixo custo em alvenaria armada se mostra uma ótima opção para o pequeno produtor, dando ao produtor maior poder de negociação do produto.

PALAVRAS - CHAVE: armazenamento, pequeno produtor, silo secador.

GRAIN DRYER SILO PROJECT FOR SMALL PRODUCERS IN THE NORTHWEST REGION OF MINAS

ABSTRACT: Despite the significant growth in grain production, Brazil has an inadequate

storage infrastructure, with the existence of a large gap between the production volume and the existing static capacity. Most storage systems focus on large properties. However, the increase in storage capacity by small and medium producers can reduce post-harvest costs and ensure better negotiation strategies, enabling the producers to choose the ideal time for commercialization. In this context, the aim of the present study was to perform a proposal for a design of a drying silo with low cost and easy execution, suitable for the conditions of small rural properties in the Northwest Region of Minas Gerais. The dryer silo has a low height/diameter ratio, built in reinforced masonry, with flat and false bottom and capacity for 300 bags. The design was based on the BS EN 1991-4:2006 standard. The determination of the acting pressures was carried out according to Rankine's Theory, for corn and soybeans. The values of the coefficient K found were 0.33 for corn and 0.44 for soybean. Static vertical pressures (Pve) found for corn and soybeans range from 0 kN m⁻² to 17.34 kN m⁻² at maximum position. Static horizontal pressures (Phe) are higher when soy is stored, ranging from 0 kN m⁻² to 7.60 kN m⁻² at the maximum position of the cell; while for corn the Phe reaches 5.78 kN m⁻² in the highest position. In general, for corn and soybeans, Pve presents higher values than Phe along the depth of the grains in the cell. Thereby, it was found that there are no significant differences in the pressure for the products analyzed. The proposal for a low-cost drying silo in reinforced masonry is an excellent option for the small producer, granting the producer greater negotiating power for the product.

KEYWORDS: Storage, small producer, dryer silo.

1 | INTRODUÇÃO

O agronegócio apresenta um papel de grande importância na economia brasileira, tanto no sentido monetário quanto social, se tornando assim responsável por um grande volume de empregos e renda para pessoas e organizações (COSTA, 2017). Nos últimos cinquenta anos, principalmente a ciência, tecnologia e a inovação têm tornado o Brasil um grande protagonista na produção e exportação de produtos agrícolas (EMBRAPA, 2018).

Em 2017, o Brasil obteve recorde de produção de grãos e forneceu alimentos para mais de 150 países em todos os continentes. Na safra mais atual (2020/21) a produção de grãos estimada foi de 262,13 milhões de toneladas, o que diz respeito a um saldo positivo de 2% (5,11 milhões de toneladas) com relação à safra anterior, além de um crescimento de área plantada de 4,2% (CONAB, 2021).

Entretanto, apesar do expressivo crescimento da produção de grãos e de seu importante papel na balança comercial, os investimentos em armazenagem e logística têm crescido lentamente. De acordo com Elias *et al.* (2009) e Souza *et al.* (2010), a inadequada estrutura armazenadora, a indevida distribuição da capacidade estática e os ineficientes modais de transporte são responsáveis por grandes quantidades de perdas na produção. Além disso, é importante destacar que a infraestrutura de armazenagem deveria ter a capacidade de receber toda a produção agrícola nacional e ainda disponibilizar espaços para eventuais produtos do mercado externo, para atender satisfatoriamente a demanda interna (FERNANDES, 2016).

De acordo com a Embrapa (2018), um dos grandes desafios da agricultura atual está na redução de perdas e desperdícios de alimentos por meio do desenvolvimento e melhorias de técnicas de armazenamento, produção de novas embalagens, manuseio e transporte dos produtos. Segundo a Confederação Nacional da Agricultura (CNA, 2012), o armazenamento e o escoamento das safras agrícolas se encontram sobrecarregados, uma vez que apesar da capacidade estática de armazenamento tenha sido crescente, ainda existe uma grande lacuna entre o volume de produção e a capacidade estática existente.

Atualmente, os produtores rurais encontram problemas sistêmicos na forma como o Brasil administra a infraestrutura de armazenagem, já que apenas 16% de seus produtos são armazenados em propriedades agrícolas, o que vem sobrecarregando os sistemas logísticos e de armazenamento intermediário nas épocas de colheita (LEIDENS, 2019). Ainda, de acordo com Fernandes e Rosalem (2014) a maioria dos sistemas de armazenamento existentes nas fazendas concentram-se apenas nas grandes propriedades.

De acordo com Costa (2017), o aumento na capacidade de armazenamento pelo produtor rural, poderá lhe conferir uma diminuição nos custos de pós-colheita e garantir melhores estratégias de negociação, além de poder escolher o melhor momento para a comercialização no mercado, em que os ganhos podem variar de 9,3% a 15,4% em relação ao mercado de balcão.

O objetivo do estudo foi realizar uma proposta de projeto de silo secador de baixo custo, fácil execução, em alvenaria armada, adequado às condições das pequenas propriedades rurais na Região Noroeste de Minas Gerais.

2 | METODOLOGIA

O projeto foi desenvolvido para a Região Noroeste de Minas Gerais que se destaca principalmente pela grande participação no mercado agropecuário nacional, sendo o território com a maior produção de grãos do estado de Minas. Para a realização deste trabalho foram utilizadas 18 entrevistas semiestruturadas com produtores rurais, nos meses de agosto a outubro de 2020, com objetivo de se obter uma visão mais ampla a respeito da situação do armazenamento de grãos na região.

A proposta consiste em projetar um silo secador, de estrutura cilíndrica, com base na norma BS EN 1991-4:2006, de baixa relação altura/diâmetro, em alvenaria armada, com fundo plano e falso, sendo construído um lastro de madeira com ripas sobre viga e as mesmas sobre pilares apoiados no chão. Esse fundo, permite a circulação do ar promovido pelo ventilador. O silo secador não tem tampa e deve ficar em uma área coberta.

O projeto do silo secador foi dividido em etapas, onde, a primeira consiste na caracterização das propriedades físicas dos produtos armazenados (milho/soja); a segunda na determinação da geometria do silo secador; posteriormente vem a determinação dos materiais construtivos e na quarta etapa os custos do silo secador.

Para a avaliação das pressões, em razão do produto armazenado, foram utilizadas as propriedades físicas do milho e da soja, sendo classificado como produto granular, de acordo com a norma BS EN 1991-4:2006 (Tabela E1, pg. 99). Foram considerados o limite inferior e o limite superior para cada parâmetro, de modo a delinear a sua faixa de variação com combinações mais desfavoráveis para cada caso. Na tabela 1, estão os dados das propriedades físicas dos produtos milho e soja.

Produto	Peso específico			Efetivo ângulo de atrito interno			Ângulo de atrito do produto com a parede (rugoso)			Ângulo de repouso
	γ_i (kN m ⁻³)	γ_s (kN m ⁻³)	γ_m (kN m ⁻³)	ϕ_{ei} (°)	ϕ_{es} (°)	ϕ_{em} (°)	ϕ_{wi} (°)	ϕ_{ws} (°)	ϕ_{wm} (°)	ϕ_r (°)
Milho	7,00	8,50	7,75	28,00	33,00	30,50	25,00	32,00	28,50	30,00
Soja	7,00	8,00	7,50	25,00	32,00	28,50	14,00	20,00	17,00	23,00

Tabela 1. Propriedades física dos produtos.

Fonte: BS EN 1991-4:2006, modificado pelo autor. Nota: γ_i = peso específico do produto armazenado inferior, γ_s = peso específico do produto armazenado superior, ϕ_{ei} = efetivo ângulo de atrito interno inferior, ϕ_{es} = efetivo ângulo de atrito interno superior, ϕ_{wi} = ângulo de atrito com a parede inferior e ϕ_{ws} = ângulo de atrito com a parede superior, ϕ_r = ângulo de repouso.

As características geométricas foram determinadas a partir das propriedades físicas do milho e da soja e os parâmetros utilizados para a determinação da geometria do silo secador, foram da EMATER/RS (2014), na qual estabelece, que para a construção de silos de alvenaria armada de baixo custo deve-se utilizar uma altura máxima de 3,50 metros, isto porque silos com alturas superiores necessitam de ventiladores com pressão estática elevada e com isso há um aumento significativo da potência motora necessária e, portanto, leva a um aumento dos custos construtivos e operacionais. Desta forma, aumentar o diâmetro e manter a altura fixa é a melhor opção.

Outro parâmetro importante é referente ao material de construção, porque os blocos cerâmicos apresentam boa resistência quando sofrem pressões verticais, mas quando existem esforços horizontais, sua resistência é reduzida. Neste caso a EMATER/RS (2014) chegou à conclusão que para haver uma boa relação altura/diâmetro em peças cerâmicas e para manter os objetivos de baixo custo de construção, deve-se limitar ao máximo de 0,64 a relação altura/diâmetro. Contudo para a maioria das normas internacionais, um silo é classificado como baixo tendo a relação altura/diâmetro em torno de 1, porém para silos construídos de materiais como concreto, chapa metálica, entre outros.

O cálculo da potência necessária do ventilador foi realizado para as diferentes capacidades, seguindo as sugestões de dimensionamento de Weber (2005). Para este cálculo adotou-se uma umidade inicial dos grãos igual a 18% e umidade final igual a 12%, além disso, a temperatura ambiente considerada para a região é igual a 24,5 °C de acordo

com Silva e Jardim (2019), a temperatura considerada para o ar de secagem foi de 34,5 °C (acréscimo de 10 °C à temperatura ambiente, baixas temperaturas).

Após os cálculos das diferentes capacidades de armazenamento para milho e soja, decidiu-se adotar a proposta de projeto completo para armazenamento dos produtos com capacidade de 300 sacas, considerando que esta é a capacidade ideal para o pequeno produtor, onde os cálculos foram realizados através do programa Microsoft Excel®. A determinação das pressões atuantes foi realizada de acordo com a Teoria de Rankine, para milho e soja. Será adotado, o silo secador com as maiores dimensões, podendo assim, ser utilizado para qualquer um dos dois produtos.

Ainda, as paredes do silo secador foram projetadas com blocos cerâmicos vazados, sendo o assentamento dos blocos realizado com argamassa polimérica (cola), e para a superfície interna e externa o uso de chapisco e argamassa camada única (reboco paulista). Para a armação das paredes, foi projetada a utilização externa da tela POP, no fundo do silo secador o lastro de madeira com ripas sobre uma viga e as mesmas sobre pilares apoiados no chão, sobreposto por uma tela metálica ou sombrite, formando assim, o fundo falso.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Pesquisa

De acordo com os resultados obtidos dos produtores entrevistados, dentre os principais grãos produzidos nestas propriedades se destacam o milho e a soja.

Quando perguntados a respeito da existência de sistema de armazenamento na propriedade, 13 dos produtores já possuem algum tipo de sistema, enquanto 5 ainda não possuem. Dos produtores que apresentam sistema de armazenamento, 8 armazenam em silos secadores armazenadores (sendo que 3 destes complementam o sistema com o uso de silo bolsa), 2 tem sistemas tipo paióis e 3 fazem uso apenas de silo tipo bolsa para o armazenamento. Além disso, dos produtores que apresentam sistema de armazenamento 61,5% não se sentem satisfeitos e apresentam interesse em ampliar o seu sistema.

Notou-se ainda que grande parte dos produtores (61,1%) apresentam interesse na instalação de um sistema de armazenamento na propriedade, sendo estes, os que não tem nenhum tipo de sistema e aqueles que apresentam sistemas simples como paióis e silo bolsa, porém, 45,5% destes mesmos produtores acham a instalação desses sistemas muito caros.

3.2 Cálculo teórico das pressões no silo secador

Para o cálculo das pressões estáticas (carregamento), foi adotada a Teoria de Rankine. A Tabela 2 mostra as pressões verticais e horizontais encontradas no silo secador em função de diferentes profundidades dos grãos na célula, considerando um carregamento escolhido de 300 sacas, diâmetro de 3,6 metros para os dois tipos de grãos, e a relação h/d

igual a 0,62 para milho e 0,64 para soja.

Profundidade do grão na célula	Altura útil do silo	Coeficiente K	Teoria de Rankine	
			Pressão vertical na parede	Pressão horizontal na parede
z (m)	h_t (m)	$1-\text{sen}/1+\text{sen}$	P_{ve} (kN m ⁻²)	P_{he} (kN m ⁻²)
MILHO				
0,0	2,2	0,33	0,00	0,00
0,5	2,2	0,33	3,88	1,29
1,0	2,2	0,33	7,75	2,58
1,5	2,2	0,33	11,63	3,88
2,0	2,2	0,33	15,50	5,17
2,2	2,2	0,33	17,34	5,78
SOJA				
0,0	2,3	0,44	0,00	0,00
0,5	2,3	0,44	3,75	1,64
1,0	2,3	0,44	7,50	3,29
1,5	2,3	0,44	11,25	4,93
2,0	2,3	0,44	15,00	6,57
2,3	2,3	0,44	17,34	7,60

Tabela 2. Pressões estáticas no silo secador em função de diferentes profundidades dos grãos na célula.

Observa-se que para essa capacidade escolhida a profundidade máxima dos grãos na célula para milho é de 2,2 metros e para soja é de 2,3 metros, o que equivale a altura útil total da célula. Um dos parâmetros necessários para o cálculo teórico das pressões é a relação entre a pressão horizontal e a vertical em um determinado ponto da massa granular, o coeficiente K. Esse parâmetro foi determinado através das expressões matemáticas de Rankine, que leva em consideração o ângulo de repouso do produto (30° para o milho e 23° no caso da soja). O valor do coeficiente K é considerado constante ao longo da altura transversal do silo.

Quando calculados os valores de K, encontrou-se uma certa variação de 0,33 para milho e 0,44 para soja. Existem várias tabelas para estimativa de K, contudo, de acordo com Freitas (2001), há grandes variações para os valores encontrados desse parâmetro através de equações desenvolvidas por diferentes pesquisadores e os fornecidos pelas normas internacionais, para um mesmo produto, isso porque cada norma apresenta certas particularidades e padrões diferentes das propriedades físicas dos produtos, por isso se

destaca a importância da determinação experimental dessas propriedades sempre que possível.

Segundo Fank (2010), na maioria das recomendações para determinação do parâmetro K, utiliza-se apenas o ângulo de atrito interno para sua determinação, notando-se que em grande parte delas ainda há uma certa incerteza na determinação da relação de pressão, sendo esta dependente de inúmeros fatores. Já para Haaker (1998) citado por Freitas (2001), o problema nas propostas para obtenção desse parâmetro se encontra na hipótese que o material está em um estado de deslizamento e o atrito com a parede é mobilizado completamente, e estas hipóteses não são necessariamente cumpridas na parede vertical da célula.

Os valores de pressão vertical estática (P_{ve}) na parede do silo secador, encontrados tanto para milho quanto para soja variam de 0 kN m⁻² até 17,34 kN m⁻² na posição máxima, porém, nas posições intermediárias dos grãos na célula (0,5 m; 1,0 m; 1,5 m; 2,0 m) o milho apresenta valores mais elevados. Esse fato está associado às propriedades físicas do milho, principalmente o peso específico, que apresenta valores mais elevados em relação aos da soja, proporcionando assim, maiores valores de P_{ve} .

Pela análise da Tabela 2 constata-se que as pressões horizontais estáticas (P_{he}) sobre as paredes do silo secador, são maiores quando se armazena soja, variando entre 0 kN m⁻² na menor posição dos grãos na célula, até 7,60 kN m⁻² na posição máxima da célula; enquanto que para o milho a P_{he} atinge o máximo de 5,78 kN m⁻² quando na maior posição. Isso ocorre principalmente pelo fato de a soja apresentar ângulo de repouso mais baixo, ocasionando pressões maiores.

Gomes (2000) em sua pesquisa realizada em um silo horizontal de concreto armado, utilizando as Teorias de Coulomb e de Rankine para determinação de pressão, verificou resultados médios para P_{he} de 1,34 kN m⁻² a uma altura de 0,2 m, que são valores muito próximos aos encontrados na altura de 0,5 metros para milho e soja (1,29 kN m⁻² e 1,64 kN m⁻² respectivamente). Freitas (2001) em uma análise de silos de baixa relação h/d e de fundo plano, utilizando a Teoria de Rankine-Calil, encontrou valores de P_{he} para o armazenamento de milho a uma altura de 2,94 metros de 5,40 kN m⁻².

É importante ressaltar que as pressões dinâmicas (situação de armazenamento/descarga) de projeto ($P_{vd} = C_d P_v$ e $P_{hd} = C_d P_h$) são as mesmas que as pressões estáticas (carga), uma vez que o coeficiente de sobrepressão (C_d) para produtos de fluxo livre é igual a um, sendo o caso do produto (grãos de milho ou de soja) para silos baixos.

De maneira geral, para milho e soja, a P_{ve} apresenta valores mais elevados que a P_{he} ao longo da profundidade dos grãos na célula. Freitas (2001) afirma que quando uma massa granular é depositada em um silo, a pressão vertical tende a ser a maior pressão correspondendo ao que se denomina pressões estáticas ou iniciais. Quando a saída é aberta e o fluxo começa, a massa em movimento tende a se expandir verticalmente e a pressão vertical tende a se tornar a menor pressão, correspondendo às chamadas pressões

dinâmicas ou de fluxo.

As pressões verticais (P_v) e horizontais (P_h) são as principais pressões em uma célula e qualquer uma delas pode ser a maior pressão. Quando P_v é a maior pressão, é dito que a massa de grãos se encontra em um estado ativo, e, quando P_v é a menor pressão, diz-se que a massa está em um estado passivo (FREITAS, 2001). O Gráfico 1 mostra a comparação entre as pressões P_{ve} e P_{he} calculadas.

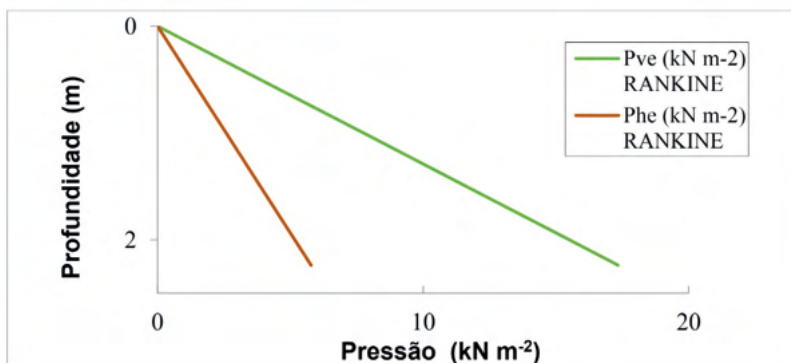


Gráfico 1. Comparação entre a pressão vertical e horizontal pela Teoria de Rankine.

3.3 Características construtivas

O projeto proposto, trata-se de um silo secador cilíndrico de alvenaria de bloco cerâmico, para a capacidade de 300 sacos de grãos, devendo ser construído sobre uma superfície em nível e impermeável. Alguns cuidados importantes devem ser tomados no momento da escolha do local para instalação do silo, sendo necessário uma cobertura para abrigá-lo, podendo ser um local já existente, como um galpão ou pode-se ainda construir uma cobertura própria. Além disso, deve-se fazer a limpeza do local para eliminar resíduos orgânicos, nivelar e compactar o terreno corretamente e somente após essas medidas dar início a construção do silo (RABELO *et al.*, 2014).

Após a preparação do terreno, faz-se a locação da base do silo secador. No local preparado deve ser espalhado uma camada de brita nº1 e sobre ela coloca-se uma malha de tela POP, com bitola de 4,2 mm, concreta-se a base com uma massa de traço 1:2,5:3 (cimento: areia: pedra britada). É necessário ainda, realizar a impermeabilização da base das paredes, neste caso indica-se o uso de uma manta líquida, com base de asfalto elastomérico. De acordo com Silva *et al.* (2005), a base do silo deve ser muito bem impermeabilizada, devendo-se tomar bastante cuidado na sua construção.

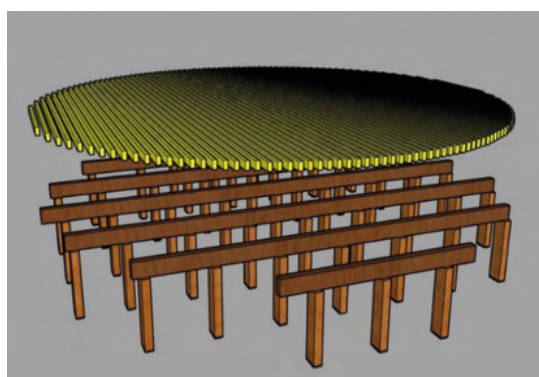
As paredes do silo secador foram projetadas, para blocos cerâmicos vazados tendo suas dimensões tabeladas de acordo conforme a NBR 15270-1:2017. Neste projeto, adotou-se as dimensões de 14 cm de largura, 19 cm altura e 29 cm comprimento, montados

na posição de cutelo e assentados com o uso de argamassa polimérica (cola) apenas na posição horizontal, mantendo um distanciamento vertical de 1 cm entre as peças cerâmicas.

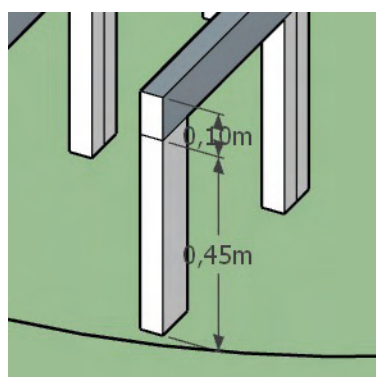
De acordo com as recomendações da EMATER/RS (2014) os silos de baixa relação h/d e em alvenaria armada, deverão ser construídos com tijolos sempre na posição cutelo, sendo eles maciços ou furados. O uso de tijolos maciços é recomendável para capacidades máximas de 750 sacos, quando de capacidade superior indica-se o uso de tijolos furados. Essa recomendação se deve apenas à economia de cola, uma vez que para tijolos maciços é necessário o uso de apenas um filete de cola enquanto que para tijolos furados, sendo eles de quatro, seis ou oito furos, são necessários dois filetes de cola.

Além da economia de cola, o uso de blocos na posição de cutelo leva ainda a uma economia de mão de obra, redução no tempo de assentamento dos blocos, além de diminuir os custos com argamassa. Para Martins *et al.* (2013) existem várias vantagens no uso de argamassa polimérica para construção de silos em alvenaria, como a maior rapidez na elevação das paredes, realizando o serviço em um terço de tempo do sistema tradicional com argamassa e sem a necessidade de um profissional especializado para erguer o sistema, a parede colada é 30% mais leve que a tradicional, além disso, usa-se menos cimento, areia e outros elementos de obra gerando maior economia.

Enquanto a parede é levantada, de maneira a facilitar a construção do silo secador, faz-se a colocação do fundo falso ou câmara “plenum” de madeira, pois sua construção depois que as paredes estiverem inteiramente levantadas se torna mais difícil. O fundo falso conta com um lastro de madeira afastado do chão 45 cm, composto de ripas de eucalipto com dimensões 2,5 cm x 5 cm; caibros de eucalipto de 5 cm x 10 cm e pilares de eucalipto de 10 cm x 15 cm ou diâmetro de 15 cm (FIGURA 1). Silva *et al.* (2005) afirmam que, o fundo falso pode ser construído de várias formas e de diferentes tipos de materiais, porém devem ser feitos de maneira que possuam no mínimo 15% de área perfurada.



(a) ripado de madeira completo.



(b) afastamento de 0,45 m do chão.

Figura 1. Detalhes construtivos do ripado de madeira.

Juntamente com a construção das paredes, deve-se já ser providenciada a construção do duto de ar, com abertura de 0,40 cm e comprimento de 0,5 metros, que será responsável pela transmissão do ar de secagem do ventilador para a câmara “plenum”, a partir disso, já poderá ser providenciada a instalação do ventilador. De acordo com os cálculos realizados para dimensionamento da potência do ventilador para 300 sacas de grãos, encontrou-se uma potência necessária de 0,49 cv, e pressão estática de 12,61 mmCA para milho e de 0,32 cv com pressão de 8,08 mmCA para soja. Desta forma, optou-se pelo uso de um ventilador modelo WLL 400, do fabricante WILPA, com potência de 1cv, vazão de ar de 3.100 m³ h⁻¹ e 60 mmCA de pressão estática.

Nota-se que houve uma diferença de 0,17 cv entre a potência necessária para proporcionar a secagem da soja e do milho. Isso se deve ao fato de que o milho oferece uma pressão estática mais elevada que a soja, ou seja, o ar apresenta menor resistência ultrapassando a massa de grãos de soja, com isso a energia que o ventilador terá que transferir ao ar para vencer a resistência oferecida pela massa de grãos de soja é menor. EMATER/RS (2014) obteve resultados para potência de um ventilador igual a 0,48 cv para um silo com capacidade de 250 sacas de milho.

Acima do lastro de madeira será instalado uma tela do tipo peneira de 1x15 m de fio 28 M9, com o intuito de impedir a passagem dos grãos e permitir a passagem do ar de secagem proporcionado pelo ventilador. Além disso, imediatamente acima do ripado, na parede, é necessário deixar uma abertura lateral, com dimensões de 30x40 cm, tornando possível a descarga do silo (FIGURA 2). A Figura 2 mostra ainda os detalhes construtivos da parede da base silo secador com fundo falso.

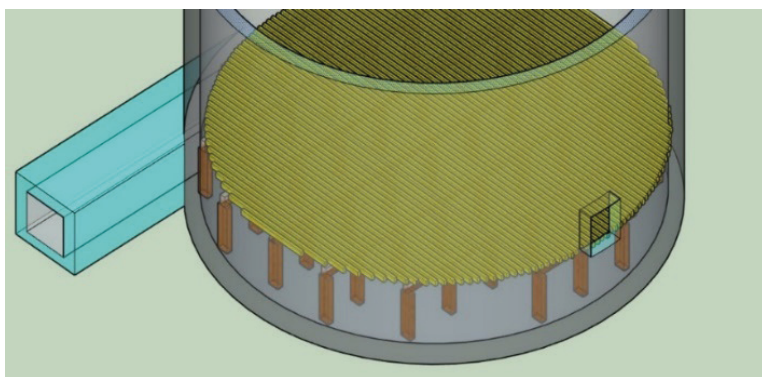


Figura 2. Detalhes da abertura para descarga dos grãos e do fundo falso do silo secador em alvenaria.

Para suportar as pressões horizontais exercidas nas paredes do silo secador devido aos grãos armazenados, será necessário o uso de uma malha POP reforçada Q92 com distanciamento entre os fios de 15x15 cm, vergalhão CA-60 e bitola de 4,2 mm, que apresenta resistência de até 2 t m², de acordo com os dados do fabricante Açomais. Apesar

de o uso da tela POP apresentar maior resistência e eficiência, serão colocadas barras de ferro horizontais de 5/ 16" (8 mm) com distâncias verticais de 50 cm entre elas, que serão amarrados à tela POP. É muito comum o uso de amarração do silo em alvenaria utilizando apenas arame, como é o caso do projeto de Rabelo *et al.* (2014).

Após a última fiada de bloco na parede, será realizado a instalação de uma Vigota de concreto armado com dimensões de 10x10 cm e traço de 1:2,5:3 (cimento: areia: pedra britada), reforçando a superfície da parede do silo, para que não ocorra abertura. Após esse processo inicia-se o revestimento interno e externo, primeiramente o chapisco com traço 1:3 (cimento: areia grossa) e argamassa (emboço paulista) com traço 1:2:8 (cimento: cal: areia). As paredes são rebocadas tanto internamente quanto externamente para que não haja influência na massa de grãos de qualquer agente externo, protegendo assim o produto armazenado.

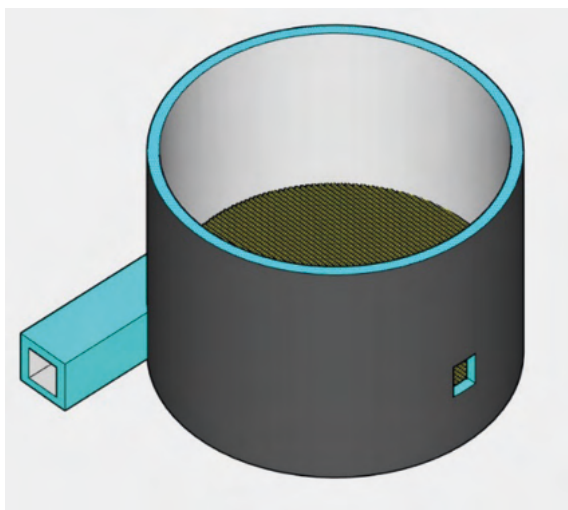


Figura 3. Detalhes construtivos do silo secador em alvenaria após o reboco.

3.3.1 Custos da obra e equipamentos

Um importantíssimo detalhe para a adoção desse tipo de sistema nas propriedades rurais são os custos de construção e instalação. De acordo com os resultados da pesquisa elaborada com os produtores foi possível observar que grande parte deles apresentam interesse na construção de sistemas de armazenamento de grãos, mas acham a instalação e os sistemas muito caros, tendo em vista que geralmente os sistemas mais adotados são os grandes sistemas e que esses apresentam elevados custos de construção, instalação, manutenção e manejo.

Com o intuito de mostrar que a adoção desse silo em alvenaria armada é boa alternativa para o pequeno produtor rural, realizou-se um orçamento dos custos do projeto,

para que o produtor consiga ter uma noção de quanto gastaria para desenvolver esse sistema em sua propriedade. Foram levantados os detalhes dos elementos construtivos e o rendimento dos materiais utilizados para que possa realizar a relação quantitativa desses materiais.

Na Tabela 3 estão dispostos os preços materiais e mão de obra que serão necessários para a construção do silo secador de 300 sacos, em alvenaria armada. Os valores utilizados no projeto foram orçados junto às empresas que atuam na região do município.

Descrição dos itens	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
Cimento	sacos	21	R\$ 27,90	R\$585,90
Areia	m³	5	R\$105,00	R\$525,00
Brita	m³	2,5	R\$108,00	R\$270,00
Cal (20 kg)	sacos	8	R\$11,50	R\$92,00
Argamassa polimérica 6 kg	bisnaga	11	R\$34,80	R\$382,80
Impermeabilizante (vedapren - manta líquida base asfáltica) - balde de 18 litros	unidade	1	R\$207,90	R\$207,90
Arame queimado nº 18	kg	0,5	R\$19,00	R\$9,50
Ferro 1/4" (6,4 mm) para vigota de concreto armado 10x10 cm	barras	4	R\$34,00	R\$136,00
Ferro 5/16" (8 mm) para reforço a cada 0,5 m	barras	7	R\$43,00	R\$301,00
Porta de descarga de aço galvanizado	unidade	1	R\$70,00	R\$70,00
Bloco cerâmico 14x19x29	milheiro	1,2	R\$1.400,00	R\$1.680,00
Tela para o fundo falso (metálica ou sombrite) - Tela peneira 1x15 m fio 28 M9	unidade	1	R\$520,00	R\$520,00
Tela POP Q92 Ø do fio 4,2 mm - 15X15 cm (tamanho: 2x3 m) - CA60	unidade	8	R\$150,00	R\$1.200,00
Ripas de eucalipto 2,5x5 cm	m linear	280	R\$2,14	R\$599,20
Caibros de eucalipto 5x10 cm	m linear	25	R\$12,62	R\$315,50
Pilares de madeira 10x15 cm ou Ø de 15 cm	m linear	30	R\$17,21	R\$516,30
Pregos 17x27	kg	2	R\$15,00	R\$30,00
Pregos 18x30	kg	3	R\$15,00	R\$45,00
Mão de obra - pedreiro	dias/ homem	9	R\$160,00	R\$1.440,00
Mão de obra - carpinteiro	dias/ homem	7	R\$160,00	R\$1.120,00
Ventilador - centrífugo 1 cv	unidade	1	R\$3.560,00	R\$3.560,00
CUSTO TOTAL DO PROJETO - SILO SECADOR PARA 300 SACOS DE MILHO/SOJA			R\$ 13.606,10	

Tabela 3. Relação dos materiais e mão de obra necessários para a construção do silo secador de 300 sacos milho/soja.

Através do orçamento na tabela acima, observa-se que os custos totais para adoção desse sistema na propriedade são iguais a R\$13.606,10. Santos (2019), analisa alguns tipos de silos de grãos e seus custos médios, segundo a autora a construção de silos metálicos projetados para uma capacidade de 100 mil sacas, apresentam custo médio de R\$ 2 milhões de reais, com durabilidade de cerca de 30 anos, variável conforme as condições ambientais. Já silos em concreto armado, que conservam os grãos por até quatro safras, com capacidade para 30 mil sacas podem apresentar um custo médio de R\$ 360 mil reais. Enquanto silos construídos em alvenaria com capacidade de armazenamento de até 600 sacas tem um custo médio de construção de R\$ 27 mil reais, mantendo a conservação dos grãos por cerca de 1 ano.

4 | CONCLUSÃO

Na determinação das pressões, para os produtos analisados não houve diferença significativa das pressões para silos baixos e com fluxo de massa. Sendo assim, o projeto do silo secador para grãos, apresenta flexibilidade para armazenamento, tanto de soja quanto de milho. As características geométricas para os diferentes produtos, tem como diferença apenas sua altura total de armazenamento, em função do peso específico.

A partir do orçamento realizado, conclui-se que o custo de construção e instalação do tipo de silo secador proposto é relativamente baixo, quando comparado aos sistemas mais comuns de armazenamento. Sendo assim, construir um silo secador de baixo custo para o armazenamento de grãos nas pequenas propriedades, dá ao produtor maior poder de negociação do produto, mantendo assim a qualidade dos grãos. Desta forma a proposta de silo secador de baixo custo em alvenaria armada se mostra uma ótima opção para o pequeno produtor.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15270-1 Componentes cerâmicos. Parte 1: Componentes cerâmicos: Blocos e tijolos para alvenaria.** ABNT: Rio de Janeiro, 2017.

AÇOMAS. **Malha pop: como e por que utilizar na obra.** Disponível em: <<https://acomais.com.br/malha-pop-como-utilizar/>>. Acesso em: 16 jun. 2021.

BS EN 1991-4- Eurocode 1. **Actions on structures. Silos and tanks.** 112p. 2006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento safra brasileira de grãos.** V. 8, safra 2020/21, n.9. Nono levantamento. Brasília, p. 1-121. Junho. 2021

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA - CNA. **Capacidade de armazenamento e escoamento da produção agrícola.** 2012.

COSTA, Daniella Fernandes da. **Armazenamento em propriedades rurais: diagnóstico e análise no estado de Mato Grosso do Sul**. 2017.

ELIAS, M.C. *et al.* **Manejo integrado no controle de pragas de grãos e derivados**. In: ELIAS, M.C.; OLIVEIRA, M. **Aspectos tecnológicos e legais na formação de auditores técnicos do sistema nacional de certificação de unidades armazenadoras**. Pelotas: Ed. Santa Cruz, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. Brasília - DF, 212 p. 2018.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO RIO GRANDE DO SUL - EMATER/RS. **Tutorial- Programa de silos secadores de alvenaria armada**. Rio Grande do Sul, 2014.

FANK, Marivone Zanella *et al.* **Determinação do coeficiente de transferência de cargas nas fundações de silos verticais cilíndricos de base semi-V**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2010.

FERNANDES, Queli Silvério *et al.* **Análise da capacidade estática de armazenagem de grãos no Brasil no período de 1980 a 2015**. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão Organizacional), Universidade Federal de Goiás, Catalão. 2016.

FERNANDES, Queli S.; ROSALEM, Vagner. **O cenário da armazenagem no Brasil**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer – Goiânia, v. 10, n. 19. 2014.

FREITAS, E. G. **Estudo teórico e experimental das pressões em silos cilíndricos de baixa relação altura/diâmetro e fundo plano**. 2001. 175 p. Tese (Doutorado em Engenharia e Estruturas) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

GOMES, Francisco Carlos. **Estudo teórico e experimental das ações em silos horizontais**. 2000. 187 p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos. 2000.

HAAKER, G. **Wall friction and wear testing**. 1998. Cap 2. p 76-86. In: FREITAS, E. G. **Estudo teórico e experimental das pressões em silos cilíndricos de baixa relação altura/diâmetro e fundo plano**. 2001. 175 p. Tese (Doutorado em Engenharia e Estruturas) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

LEIDENS, Luiz Felipe. **Armazenagem: investimento estratégico para o produtor no País**. Revista **Safra**. 22 out. 2019. Disponível em: <<http://revistasafra.com.br/armazenagem-investimento-estrategico-para-o-produtor-e-para-o-pais/>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

MARTINS, Ricardo Ramos *et al.* **A armazenagem sustentável como inovação para a pequena propriedade**. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Porto Alegre, v. 6, n. 1/2, p. 8-25, 2013.

RABELO, Amaro Korb; FABRO, Janete Rosane; GRISA, Felipe. **Silo secador e armazenador de cereais: secagem e armazenamento de grãos na agricultura familiar camponesa**. Francisco Beltrão: ASSESOAR, 12 p. 2014.

SANTOS, Rayssa Fernanda dos. **Silos para grãos: quando vale a pena armazenar a produção, diferentes tipos de silos e seus custos.** Lavoura 10 – Aegro, São Paulo. 8 nov. 2019. Disponível em <<https://blog.aegro.com.br/silos-para-graos>>. Acesso em: 02 abr. 2021.

SILVA, Aion Angelu Ferraz; JARDIM, Carlos Henrique. **Unidades climáticas em Unaí, noroeste do estado de Minas Gerais-Brasil: proposta preliminar.** Geographia Opportuno Tempore, v. 5, n. 1, p. 10-26, 2019.

SILVA, J. S.; NOGUEIRA, Roberta Martins; ROBERTO, Consuelo Domenici. **Tecnologias de Secagem e Armazenagem para a Agricultura Familiar.** ed. 1. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora, v. 1. 138p 2005.

SOUZA, M. A. D. **Infraestrutura e logística brasileira para armazenagem e escoamento de grãos.** Palestra: Anais 5a Conferência Brasileira de Pós-Colheita. Foz do Iguaçu-PR. 2010.

WEBER, Érico Aquino. **Excelência em beneficiamento e armazenagem de grãos.** Salles, 2005.

REGISTRO DE TÉCNICAS DA AGRICULTURA FAMILIAR PARA A INOVAÇÃO NO ARMAZENAMENTO DE GRÃOS

Data de aceite: 21/09/2021

Data de submissão: 06/09/2021

Claiver Maciel de Souza

Universidade Cruzeiro do Sul
Barro Alto- Bahia
lattes.cnpq.br/9391947847802539

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo o de identificar métodos de conservação de grãos de milho utilizados por produtores rurais familiares, analisando a eficiência desses e verificando a eficácia das técnicas aplicadas no processo. São sujeitos desse estudo os produtores da agricultura familiar das comunidades rurais de Queimada de Claro, Pendão Vermelho e Tiririca, estando essas localizadas no município de Barro Alto, Bahia, Brasil. O interesse desse estudo surgiu a partir da necessidade de identificar/ registrar novas formas de conservação de grãos que sejam mais eficientes, financeiramente acessíveis e sustentáveis. A pesquisa se debruça sobre a investigação de novas maneiras de armazenamento, testando garrafas de refrigerantes e sacos de ração e trigo reutilizados, toneis plásticos e cinzas, submetendo os modelos de armazenamento convencional e de espiga a experimentação desligada dos conservantes industriais tradicionais. Se tratando de uma pesquisa aplicada foi escolhida a abordagem quantitativa, com a vertente fenomenológica, do tipo de pesquisa de campo e de caso com caráter explicativa-indutivo. Como dispositivos para a

construção e obtenção de informações foram utilizados: pesquisa de campo e em seguida, sementes de milhos e cinzas foram selecionadas e submetidas a experimentação comparativa frontal.

PALAVRAS - CHAVE: Armazenamento de milho; Tecnologia alternativa; Sustentabilidade; Conservantes de grãos; Técnicas agrícolas.

REGISTRATION OF FAMILY FARMING TECHNIQUES FOR INNOVATION IN GRAIN STORAGE

ABSTRACT: This work aims to identify methods for the conservation of corn grains used by family farmers, analyzing their efficiency and verifying the effectiveness of the techniques applied in the process. The subjects of this study are family farming producers from rural communities of Queimada de Claro, Pendão Vermelho and Tiririca, which are located in the municipality of Barro Alto, Bahia, Brazil. The interest of this study arose from the need to identify/register new forms of grain conservation that are more efficient, affordable and sustainable. The research focuses on investigating new ways of storage, testing reused soda bottles and bags of feed and wheat, plastic barrels and ash, submitting conventional and cob storage models to experimentation disconnected from traditional industrial preservatives. In the case of applied research, the quantitative approach was chosen, with a phenomenological aspect, of the type of field and case research with an explanatory-inductive character. As devices for the construction and obtaining of information were used: field research and then corn and ash seeds were selected and

submitted to comparative confrontational experimentation.

KEYWORDS: Corn storage; Alternative technology; sustainability; Grain preservatives; Agricultural techniques.

1 | INTRODUÇÃO

Esse estudo, inserido na Linha de Pesquisa Tecnologias Limpas, vinculado ao Grupo de Pesquisa Agroecologia e Tecnologias Socioambientais (TecAmb), surge da necessidade de compreender as técnicas para conservação de grãos de milhos e como essas podem ser sustentáveis. Como participantes da pesquisa, se tem, os agricultores oriundos das zonas rurais do município de Barro Ato, Bahia.

Para o desenvolvimento da proposta o primeiro passo foi a identificação quantitativa do impacto financeiro que o milho e a agricultura familiar proporcionam para o país.

De 2001 a 2020, a cultura do milho gerou PIB de R\$ 715 bilhões, em termos reais, aqui considerando apenas “dentro da porteira”. Desse valor, os pesquisadores do Cepea (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada) estimaram que R\$ 360 bilhões vieram exclusivamente da produtividade. Ou seja, o ganho de produtividade representou 50,4% de todo o PIB gerado pelo milho no período, sem depender de aumento de área.

A agricultura familiar é responsável por 70% dos alimentos consumidos no Brasil e contribui com cerca de 10% do Produto Interno Bruto (PIB), segundo o Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA). Ainda assim, de acordo com o Censo Agropecuário, só 20% das terras agricultáveis pertencem aos pequenos produtores familiares. Dentre os principais grupos alimentares produzidos atualmente estão a mandioca (87%), feijão (70%), carne suína (59%), leite (58%), carne de aves (50%) e milho (46%), o que mostra a grande importância da prática para a economia do país.

Nesse sentido, análises de métodos sustentáveis para a produção e armazenamento deste grão tornam-se cada vez mais necessárias, considerando, o aumento da procura por “Eat Clean” (COELHO, 2013).

2 | JUSTIFICATIVA

No Brasil, de 70 a 90% do milho em grão é destinado a alimentação animal e embora sua utilização na dieta humana não seja expressiva no país, esse cereal é a fonte de energia para muitas pessoas que vivem no Semiárido (DUARTE et al., 2010).

Concomitante ao supracitado, há a dificuldade para armazenar os grãos e manter sua qualidade nos períodos entre uma safra e outra sem que haja uma variação brusca de oferta à medida que a demanda aumenta. Por isso, este estudo se justifica, pois novas formas de conservação mais eficientes, financeiramente acessíveis e sustentáveis deste grão demandam ser desenvolvidas.

3 | OBJETIVO

- Identificar métodos de conservação de grãos de milho utilizados por produtores rurais familiares;
- Analisar a eficiência dos métodos encontrados;
- Verificar a eficácia das técnicas de conservação de grãos analisadas.

4 | METODOLOGIA

Por ser uma pesquisa aplicada (RODRIGUES, 2007) que tem como objetivo investigar, comprovar ou rejeitar as técnicas apresentadas pelos produtores, esse estudo possui caráter explicativa-indutivo que, segundo Rodrigues (2007, p.11):

Identificar fatores determinantes para a ocorrência dos fenômenos por meio do método experimental... que criar condições para interferir no aparecimento ou na modificação dos fatos, para poder explicar o que ocorre com fenômenos correlacionados. (RODRIGUES, 2007, p.11).

A abordagem selecionada foi a quantitativa, que (RODRIGUES, 2007) traduz em números as opiniões e informações fornecidas pelos produtores, para serem classificadas e analisadas por meio de técnicas estatísticas. Nesse contexto, o estudo também engloba a pesquisa de campo e de caso, pois, segundo Esteban (2010, p. 178) “não só descreve os problemas, mas gera juntamente com a comunidade os conhecimentos necessários para definir as ações adequadas que estejam na linha da mudança, da transformação e da melhoria da realidade social”.

Basado no caminho metodológico explicitado, foram utilizados como dispositivos de/ para pesquisa: pesquisa de campo, para identificar quais práticas de conservação dos grãos de milho eram utilizadas pelos produtores da agricultura familiar das comunidades rurais de Queimada de Claro, Pendão Vermelho e Tiririca, estando essas localizadas no município de Barro Alto, Bahia, Brasil; Em seguida, sementes de milhos e cinzas foram selecionadas nas propriedades rurais e submetidas a experimentação comparativa frontal.

5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido a pandemia do SARS-CoV-2, (LESNEY, 2020) do inglês *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2*, ou síndrome respiratória aguda grave do coronavírus 2 (Covid-19), o trabalho de campo com os produtores rurais foi inicialmente suspenso e o contato para com eles se deu de forma remota por meio de telefonemas e mensagens de texto. De modo conjunto a comunicação remota com os agricultores familiares, foram desenvolvidas pesquisas bibliográficas sobre o ciclo do milho e a agricultura familiar no Brasil.

A obra “Produção de Milho na Agricultura Familiar” da Embrapa Milho e Sorgo,

de setembro de 2011, foi o elemento literário central para o referencial do estudo, sendo essa comparada e confrontada com demais obras embasadoras da pesquisa e com os resultados construídos.

Após o alinhamento literário e seguindo as recomendações sanitárias de combate e prevenção à Covid-19, foram realizadas visitas a produtores rurais vinculados as associações comunitárias de Queimada de Claro e Pendão Vermelho, estando as propriedades localizadas também na comunidade rural de Tiririca, todas pertencentes ao município de Barro Alto-BA.

Foram visitadas cinquenta propriedades e nessas, duas formas para armazenamento, duas para conservantes e três para receptáculo dos grãos de milhos secos foram encontradas. Conforme Tabela 1:

		Adesão dos Produtores
Armazenamento em:	Espigas	30%
	Grãos	70%
Conservante utilizado:	Industriais	90%
	Cinzas	10%
Receptáculo:	Tonel Plástico 200l	20%
	Garrafa Plástica 2l	4%
	Saco 50kg	76%

Tabela 1: Armazenamento do milho nas propriedades rurais

Fonte: O Autor, 2021.

Nas propriedades foram encontrados três tipos de receptáculos de armazenamento: Garrafas de refrigerante; sacos e toneis plásticos. Em 90% das propriedades são utilizados mais de um tipo de receptáculo, mas, para o tabelamento das informações, se considerou os vasilhames que armazenam a maior quantidade da produção.

Oito tipos de conservantes industriais foram encontrados em grande parte das propriedades, sendo produtos já conhecidos do mercado como apresentado na tabela 2.

Inseticidas	Intervalo de Segurança (dias)	Concentração (g/litro ou kg)	Aplicação direta nos grãos (doses/1000 kg)		Aplicação em instalações e sacarias (doses/100 m ²)		
			Grãos	Sementes	Sacarias	Instalações	
K-Obiol 25EC ¹	Deltametrina	30	25,0	14-20 ml	40-80 ml	53-80 ml	53-80 ml
K-Obiol 2P ¹	Deltametrina	30	2,0	250-500 g	0,5-1,0 kg	-	-
Actellic 500EC ²	Pirimifós-metilico	30	500,0	8-16 ml	-	50 ml	100-200 ml
Actelliclambda ³	Lambdacialotrina	30	50,0	7-10 ml	-	-	-
Prostore 25CE ⁴	Bifentrina	30	25,0	16 ml	-	-	-
Piredan ²	Permetrina	60	384,0	10,5 ml	-	-	-
Pounce 384EC ¹	Permetrina	60	384,0	10,5 ml	-	-	-
Starion ⁵	Bifentrina	30	25,0	16,0 ml	-	-	-

¹ Recomendado para *Sitophilus zeamais*, *Rhyzopertha dominica* e *Sitotroga cerealella*

² Recomendado para *Sitophilus zeamais* e *Sitotroga cerealella*.

³ Recomendado para *Rhyzopertha dominica*.

⁴ Recomendado para *Sitophilus zeamais* e *Rhyzopertha dominica*.

⁵ Recomendado para *Sitophilus zeamais*

Tabela 2: Conservantes industriais.

Fonte: Agrofít (1998) e Andrei (2009).

Os conservantes industriais são utilizados para o armazenamento convencional (conserva dos grãos) e para o armazenamento em espiga (espigas com palha), enquanto que as cinzas são utilizadas apenas nos grãos, pois as palhas, quando separadas da espiga, são utilizadas para alimentação animal in natura ou por meio da transformação em ração, de modo que em contato periódico com as cinzas a palha é rejeitada pelos animais.

“Quando a palha entra em contato por muito tempo com terra, areia ou cinzas, que é o caso aqui, o gado rejeita... Para comer só se estiver em tempos de escassez e mesmo assim não come direito”. (Presidente da Associação de Pequenos Produtores de Queimada de Claro, 2021).

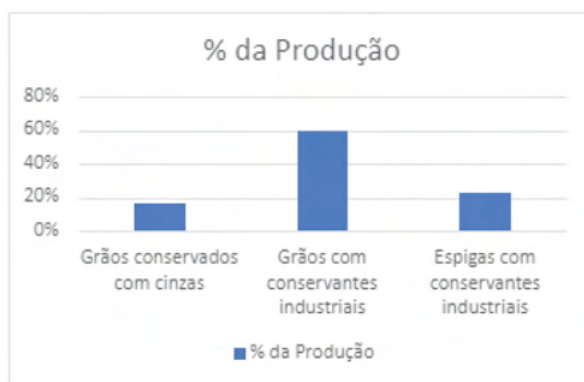


Gráfico 1: Percentual da produção que utiliza conservantes.

Fonte: O Autor, 2021.

Os métodos são alternados já que no início da colheita 60% dos produtores armazenam o milho em espiga, enquanto que os demais 40% os mantêm colhidos na roça até que sejam debulhados e ensacados. Assim sendo, para a realização do Gráfico 1 foi considerado um período superior a um mês de armazenamento para delimitar que o produtor conserva o grão em espiga com palha.

[Armazenamento em espiga] é um método mais empregado em pequenas propriedades, com baixo investimento tecnológico, requerendo atenção durante o período de armazenamento, devido às maiores perdas inerentes ao sistema. O empalhamento das espigas favorece a conservação, desfavorecendo o ataque de pragas. As estruturas para o armazenamento do milho em espigas se caracterizam pelo baixo custo (aproveitando materiais da propriedade), durabilidade, presença de barreiras contra a penetração de ratos (“chapéu chinês” e folhas de zinco), arejamento, facilidade para o controle de pragas e para o manejo da carga e descarga. É apropriado para a alimentação de animais na propriedade ou para estocagem e comercialização. Permite ao agricultor colher o milho com umidade elevada (18%), ocorrendo continuação da secagem natural já no paiol. Em caso de colheita das espigas com umidade inferior a 16%, são mínimos os problemas com fungos, desde que o paiol possua boa ventilação. (EMBRAPA, 2015).

Nas propriedades foram encontradas sete variedades de milho, todavia, apenas três foram selecionadas para os experimentos, sendo duas delas crioulas e a híbrida AG 1051.



Figura 1: Variedades de milhos encontrados nas propriedades rurais em espiga.

Fonte: Simone Martins Mendes, 2020.



Figura 2: Variedades AG 1051 (esquerda), Crioula 2 (centro) e Crioula 1 (direita).

Fonte: O Autor, 2021.

As variedades crioulas não possuem mapeamento genético e o rastreamento de suas origens demandaria de análises laboratoriais que não são acessíveis aos produtores e as associações de agricultores da região. Mas entende-se que:

Milho crioulo é todo o milho que não foi apropriado pela indústria, ou ainda, variedades tradicionais que passam de geração em geração pelas mãos dos agricultores. Os seja, são adaptadas ao local de seu desenvolvimento, possuem história e não tem custo para seu uso, deixando o agricultor autônomo. (RANIERI, 2016).

Denominada de crioula 1, a primeira variedade, é encontrada em propriedades rurais de Queimada de Claro e Tiririca e se distingue por conta da tonalidade escura. A crioula 2 é um grão distribuído aos produtores de Queimada de Claro por meio do Banco de Sementes vinculado ao projeto Sementes do Sertão e gerido pela Associação dos Pequenos Produtores.

O milho AG1051 é um híbrido que possui alta quantidade de massa verde e de digestibilidade, sendo preferível pelos produtores. Ao ser questionada por que os produtores optam pelo AG 1051 a presidente da Associação dos Agricultores do Povoado de Pendão Vermelho descreve:

A semente do milho AG você encontra em todas as regiões do Brasil, 'né'? Ele também tem um alto potencial de produção da matéria seca e de proteína, o que é bom para a silagem, além do maior tempo de durabilidade dele verde para bandeja... E ser o mais procurado para pamonha, o que em nossa região é determinante. (Presidente da Associação dos Agricultores do Povoado de Pendão Vermelho, 2020).

Depois de selecionadas as variedades elas foram submetidas a testes de conservação que consideraram os diferentes receptáculos, o uso ou não de cinzas e a espiga ou os grãos.

Os fertilizantes industriais não foram testados, pois, já há dados sobre esses disponíveis na literatura. (EMBRAPA, 2015) O tempo de conservação do grão seco varia de dez a dezoito meses considerando questões climáticas, de limpeza e infraestrutura e não contabilizando sementes armazenadas a vácuo já que essas não demandam de conservantes, uma vez que, fungos e insetos não sobrevivem a determinada condição.

Com já desenvolvido por estudos da EMBRAPA (2015), armazenamento a vácuo é a melhor maneira de conservar os grãos, assim sendo as garrafas de refrigerante reutilizadas, quando bem vedadas, secas e sem furos conseguem conservar os grãos por tempo igual ou superior a dezoito meses.

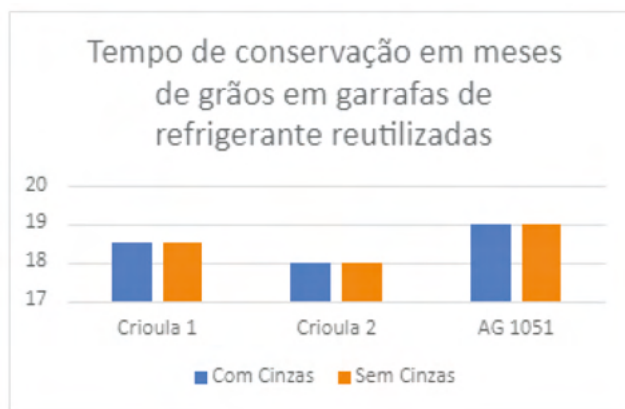


Gráfico 2: Tempo de conservação em meses de grãos em garrafas de refrigerantes reutilizadas.

Fonte: O Autor, 2021.

O armazenamento em toneis plásticos segue o mesmo princípio, de modo que não possuindo furos e sendo a tampa vedada, os poucos organismos vivos que ficaram entre os grãos no momento do armazenamento consumirão o oxigênio interno no intervalo de uma a duas semanas, conforme averiguado neste estudo, e em igual período não haverá mais insetos e/ou fungos vivos. Tal consequência depende da demanda bioquímica de oxigênio desses organismos, a ausência de luz solar e a baixa quantidade de água presente nos grãos. Para um bom processo de armazenamento é recomendado que a umidade varie de 13% a 17% (EMBRAPA, 2015), não sendo essa porcentagem possível de ser absorvida pelos espécimes externos às sementes, ao mesmo tempo que é suficiente para manter a semente em bom estado nutricional e para plantio.

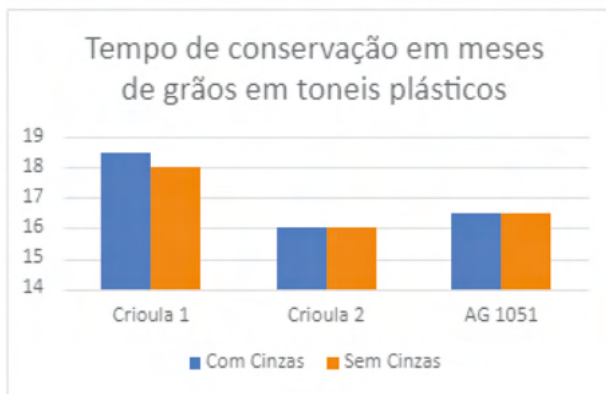


Gráfico 3: Tempo de conservação em meses de grãos em toneis plásticos.

Fonte: O Autor, 2021.

Tanto o Gráfico 2 quanto o Gráfico 3 apresentam a eficácia do armazenamento quando os grãos não estão em contato direto com o oxigênio. Também pode ser percebido que as cinzas não influenciam nesses sistemas, assim como o uso de conservantes industriais, idem, não se faz necessário.

Com exceção dos sistemas a vácuo rústicos e sustentáveis já mencionados anteriormente, os demais processos de conservação de grãos utilizados pelos produtores demandam manutenção periódica, inclusive os conservantes industriais. Assim sendo, analisando que a maioria dos produtores (76%) armazenam seus grãos em sacos reutilizados da indústria de ração e trigo e esses são receptáculos airados, o desenvolvimento de técnicas de conservação de grãos que sejam financeiramente acessíveis e ambientalmente aceitáveis devem ser estimuladas.

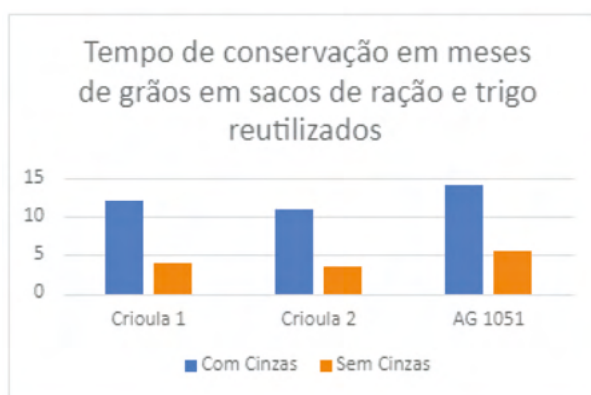


Gráfico 4: Tempo de conservação em meses de grãos em sacos de ração e trigo reutilizados.

Fonte: O Autor, 2021.

À medida que os grãos são armazenados em contato com o ar, é perceptível a influência que as cinzas provocam no tempo de conservação chegando até mesmo a triplicá-lo e atingindo patamares semelhantes aos conservantes industriais.

6 | CONCLUSÃO

Após finalização das análises da pesquisa sobre a identificação de métodos de conservação de grãos de milho utilizados por produtores rurais familiares, se conclui a eficiência e a eficácia dos métodos encontrados.

Reutilização de garrafas de refrigerante assim como o uso de tonel plástico para armazenar o milho em grãos se mostrou eficaz enquanto alternativa sustentável e financeiramente acessível de tecnologia de armazenamento a vácuo.

O armazenamento da espiga mostra-se mais vantajoso financeiramente para os produtores que criam gado, todavia demanda mais tempo, espaço e mão de obra e está mais suscetível a animais peçonhentos.

Em relação aos conservantes industriais, eles custam caro aos produtores, demandam de mais de uma aplicação para garantirem um período de dez a dezoito meses e poluem o meio ambiente. Desse modo, entre as formas de conservação, os industrializados são os menos atrativos.

O uso de cinzas enquanto conservantes se mostrou eficiente considerando a proporção de 1kg de cinzas para 10kg de milho. A eficácia também foi comprovada e entre as opções de conservantes analisadas é a mais vantajosa tanto financeiramente quanto ambientalmente.

Muitos caminhos ainda devem ser seguidos para a consolidação do uso de cinzas enquanto conservante de grãos. Há a necessidade de verificação da composição química das cinzas, analisando se diferentes matérias primas (madeiras) proporcionam resultados diferentes.

Nos grãos conservados pelas cinzas não ocorreu diminuição no número de milho consumido pelas criações de galinhas e nem ocorreu queda da produção ou problemas de plantio com as sementes utilizadas, mas é uma área que demanda de mais estudos, principalmente, em relação a alimentação humana, de suíno e bovino, tendo-se em conta que formas mais adequadas de manejo do grão encinzado demandam aprofundamento.

Por fim, é importante a realização de estudos que analisem o quanto as alterações no ciclo do milho influenciam na eficiência dos conservantes, pois foi percebido que o milho AG 1051 que é cultivado de forma irrigada, em área adubada sinteticamente e que recebe inseticidas de forma periódica, conseguiu resistir maior tempo sem o uso de conservantes, enquanto que as variedades crioulas, plantadas em áreas de sequeiro com adubação natural, são menos resistentes a insetos e fungos.

REFERÊNCIAS

AGROFIT. **Base de dados de produtos agrotóxicos e fitossanitários**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 1998. Disponível em: <extranet.agricultura.gov.br/agrofit>. Acesso em: 27 jul. 2021.

BRASIL. **A agricultura familiar no Brasil**. 2016. Disponível em: <www.mda.gov.br>. Acessado em: 02 de jan. de 2021.

BUZIN, E. W.; NASCIMENTO, C. A.; PARREIRA, I.; SOUZA, C. T.; TAVARES, G. **A Influência do agronegócio na economia**. Julho de 2021. Disponível em <www.conhecer.org.br/Agrarian%20Academy/2021A/a%20influencia.pdf>. Acessado em: 01 de set. de 2021.

CEPEA. **Ganho de produtividade garante metade de PIB da cadeia de milho**. Julho de 2021. Disponível em: <://opresenterural.com.br/ganho-de-productividade-garante-metade-de-pib-da-cadeia-de-milho/>. Acessado em: 12 de jul. de 2021.

COELHO, C. **O que é “Comer Limpo?”**. Julho de 2013. Disponível em: <camilacoelho.com/2013/05/07/o-que-e-comer-limpo/>. Acessado em: 29 de ago. de 2021.

CRUZ, J. C.; FILHO, A. P.; AURÉLIO M. **Produção de milho na agricultura familiar**. Sete Lagoas, MG, 2011. Disponível em: <://ainfo.cnpia.embrapa.br/digital/bitstream/item/45735/1/circ-159.pdf>. Acessado em: 03 de set. De 2021.

DUARTE, J. de O.; CRUZ, J. C.; GARCIA, J. C.; MATTOSO, M. J. **Economia da produção**. In: CRUZ, J. C. (Ed.). Cultivo do milho. 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 1). Disponível em: <www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho>. Acesso em: 12 ago. 2021.

EMBRAPA. **Cultivo do Milho**. Novembro de 2015. Disponível em: <www.spo.cnpia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaof6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoid=7905&p_r_p_-996514994_topicoid=1316>. Acessado em: 31 de ago. 2021.

LESNEY, M. S. **SARS-CoV-2: a força de um nome**. Março de 2020. Disponível em: <portugues.medscape.com/verartigo/6504523>. Acessado em: 04 de set. 2021.

MUNDOCOP. **Projeto sustentável contribui para o desenvolvimento no semiárido**. Junho de 2019. Disponível em: <www.mundocoop.com.br/agrocoop/projeto-sustentavel-contribui-para-o-desenvolvimento-no-semiarido.html>. Acessado em: 03 de set. 2021.

RANIERI, G. **O que é milho crioulo?** Junho de 2016. Disponível em: <www.matosdecomer.com.br/2016/06/o-que-e-milho-crioulo.html>. Acessado em: 15 de jul. 2021.

RODRIGUES, W. C. **Metodologia Científica**. Paracambi, 2007. Disponível em: <pesquisaeducacaoufrgs.pbworks.com/w/file/fetch/64878127/Willian%20Costa%20Rodrigues_metodologia_cientifica.pdf>. Acessado em: 01 de set. 2021.

SOMEKH, Bridget. LEWIN, Cathy (orgs). **Teoria e Métodos de Pesquisa Social**. Rio de Janeiro: Vozes, 2015.

SEMEADURA DE MILHO VARIEDADE E HÍBRIDO: AMPLITUDE DE VARIAÇÃO DA DISTÂNCIA LONGITUDINAL ENTRE SEMENTES

Data de aceite: 21/09/2021

Data de submissão: 06/07/2021

Tiago Pereira da Silva Correia

Eng° Agrônomo, docente da Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Med. Veterinária, Brasília-DF
<http://lattes.cnpq.br/4449925191913751>

Alyne Ayla Rodrigues de Souza

Graduanda em agronomia, Faculdade de Agronomia e Med. Veterinária da Universidade de Brasília
<http://lattes.cnpq.br/0028616753275440>

Gabriela Greice Pereira

Graduanda em agronomia, Faculdade de Agronomia e Med. Veterinária da Universidade de Brasília,
<http://lattes.cnpq.br/1392677793056764>

Arthur Gabriel Caldas Lopes

Doutorando em agronomia, Faculdade de Ciências Agrônomicas/Unesp Botucatu-SP
<http://lattes.cnpq.br/5760902349480218>

Wesley Matheus Cordeiro Fulgêncio Taveira

Mestrando em agronomia, Faculdade de Ciências Agrônomicas/Unesp Botucatu-SP
<http://lattes.cnpq.br/5529565341526787>

Francisco Faggion

Eng° Agrônomo, docente da Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Med. Veterinária, Brasília-DF
<http://lattes.cnpq.br/8291576852271760>

RESUMO: Um dos fatores que afeta a produtividade de uma cultura é a presença de falhas na distribuição longitudinal das sementes. O objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade de grãos na semeadura de milho variedade e híbrido com diferentes amplitudes de variação na distribuição longitudinal entre sementes. O trabalho foi realizado durante a safra 2018/2019 em campo experimental do Laboratório de Mecanização Agrícola da Faz. Experimental Água Limpa - LAMAGRI, pertencente a Universidade de Brasília. Os tratamentos utilizados foram: Testemunha com espaçamento referência de 33 cm entre sementes (ER); ER com amplitude 20% maior entre sementes ($A20\% \geq ER$); ER com amplitude 30% maior entre sementes ($A30\% \geq ER$); ER com amplitude 40% maior entre semente ($A40\% \geq ER$); ER com amplitude 50% maior entre sementes ($A50\% \geq ER$). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições por tratamento, para milho variedade e híbrido. Cada parcela utilizou quatro linhas de semeadura espaçadas em 0,5 m e 10 m de comprimento. Pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$), os resultados indicaram que híbrido e cultivar reduzem respectivamente 12,9 e 8,6% a produtividade de grãos na semeadura com $A30\% \geq ER$ e $A40\% \geq ER$. 30 e 40% foram amplitudes máximas do espaçamento entre sementes sem prejuízos à produtividade de grãos.

PALAVRAS - CHAVE: distribuição longitudinal, falhas, produtividade, *Zea mays* L.

CORN SEEDING VARIETY AND HYBRID: EXTENSION OF LONGITUDINAL DISTANCE VARIATION AMONG SEEDS

ABSTRACT: One of the factors that affects the productivity of a crop is the presence of flaws in the longitudinal distribution of the seeds. The objective of this work was to evaluate grain yield when sowing variety and hybrid maize with different amplitudes of variation in the longitudinal distribution between seeds. The work was carried out during the 2018/2019 harvest in an experimental field at the Agricultural Mechanization Laboratory of Faz. Experimental Água Limpa - LAMAGRI, belonging to the University of Brasília. The treatments used were: Control with a spacing of 33 cm between seeds (ER); ER with 20% greater amplitude between seeds (A20% \geq ER); ER with 30% greater amplitude between seeds (A30% \geq ER); ER with 40% greater amplitude between seeds (A40% \geq ER); ER with 50% greater amplitude between seeds (A50% \geq ER). The design used was completely randomized with four replicates per treatment, for variety and hybrid corn. Each plot used four sowing lines spaced 0.5 m and 10 m long. By the Tukey test ($P \leq 0.05$), the results indicated that hybrid and cultivar reduced grain yield by 12.9 and 8.6%, respectively, when sowing with A30% \geq ER and (A40% \geq ER). 30 and 40% were maximum amplitudes of spacing between seeds without damage to grain yield.

KEYWORDS: longitudinal distribution, flaws, productivity, *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

De acordo com Carpes et al. (2018), o sucesso produtivo de uma cultura depende de quão exatos são os espaçamentos entre sementes, que precisam ser equidistantes e possuir o estande desejável, principalmente para culturas como o milho, que possuem estreitas variações da população ideal e alta sensibilidade à falhas na distribuição longitudinal de plantas.

Segundo Tourino (1993) e Santos et al. (2011), a cultura do milho pode apresentar perdas de 15% ou mais na produtividade de grãos devido a baixa uniformidade de distribuição entre plantas.

Para determinar parâmetros de desempenho da distribuição longitudinal entre sementes por uma semeadora-adubadora, usualmente utiliza-se a amplitude de variação dos espaçamentos entre sementes (KURACHI et al. 1989). A percentagem de espaçamentos aceitáveis, falhas e duplas são classificadas pela ABNT (1996), que consideram aceitáveis espaçamentos entre sementes com amplitude no intervalo de 0,5 a 1,5 vezes o espaçamento de referência da população desejada. Os valores que não se encaixam nesse padrão de amplitude são considerados como espaçamentos falhos ou duplos.

Diante do exposto o objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade de grãos na semeadura de milho variedade e híbrido com diferentes amplitudes de variação na distribuição longitudinal entre sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado durante a safra 2018/2019 em campo experimental do Laboratório de Mecanização Agrícola da Fazenda Experimental Água Limpa - LAMAGRI, situada em Brasília e pertencente a Universidade de Brasília.

Os tratamentos utilizados foram: Testemunha com espaçamento referência de 33 cm entre sementes no sulco de semeadura (ER); ER com amplitude de espaçamento 20% maior entre duas sementes por metro no sulco de semeadura (A20% \geq ER); ER com amplitude de espaçamento 30% maior entre duas sementes por metro no sulco de semeadura (A30% \geq ER); ER com amplitude de espaçamento 40% maior entre duas sementes por metro no sulco de semeadura (A40% \geq ER); ER com amplitude de espaçamento 50% maior entre duas sementes por metro no sulco de semeadura (A50% \geq ER). Os tratamentos foram utilizados com sementes de milho variedade e milho híbrido, em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições por tratamento e tipo de milho, perfazendo 40 parcelas experimentais totais.

Cada parcela foi constituída com quatro linhas de semeadura espaçadas em 0,5 m e 10 m de comprimento. Os tratamentos foram semeados manualmente em sistema convencional de preparo do solo, sendo adotados um espaçamento de 42,9; 46,2 e 49,5 cm para cada metro das duas linhas centrais de cada respectiva parcela de A20% \geq ER; A30% \geq ER; A40% \geq ER e A50% \geq ER. As parcelas de ER foram semeadas com todos os espaçamentos entre sementes de 33 cm.

As sementes de milho utilizadas foram do híbrido AG1051 e variedade Anhembi, ambos não transgênicos e recomendados na região para população de 60000 plantas ha⁻¹. Adubações, controle de plantas daninhas, pragas e doenças, foram realizados de forma semelhante para híbrido e variedade, conforme necessidades detectadas por engenheiro agrônomo da fazenda experimental.

Ao final do ciclo, com os grãos a 13% de teor de água, foram colhidas e debulhadas todas as espigas das duas linhas centrais de cada parcela, sendo os grãos pesados e os valores convertidos para kg ha⁻¹.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de produtividade de grãos de milho são apresentados na Tabela 1.

Tratamento	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)	
	Híbrido	Variedade
ER	11487,0 a	8736,13 a
A20%≥ER	11142,9 a	8671,20 a
A30%≥ER	9995,50 b	8551,62 a
A40%≥ER	9825,55 b	7976,16 b
A50%≥ER	9704,93 b	7893,19 b
Média geral	10431,19	8365,66
Teste F	46,28**	68,9**
CV (%)	2,31	1,15
DMS (5%)	527,91	210,46
DP	241,77	96,38

TABELA 1. Síntese dos valores de análise de variância e do teste de médias para a variável produtividade de grãos de milho.

Letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente as médias pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). **significativo ($P < 0,01$); CV: coeficiente de variação; DMS: diferença mínima significativa; DP: desvio padrão.

Para milho híbrido a distribuição longitudinal de sementes com ER e A20%≥ER apresentou maior produtividade de grãos e não diferiram entre si, sendo obtidas médias de 11487 e 11142,9 kg ha⁻¹ respectivamente. Na distribuição longitudinal com A30%≥ER; A40%≥ER e A50%≥ER, a produtividade foi gradativamente reduzida em relação a ER, sendo respectivamente 12,9; 14,4 e 15,5% menor. Entre A30%≥ER; A40%≥ER e A50%≥ER as produtividades não diferiram, indicando que 30% é a variância máxima para ampliação do espaçamento referência entre sementes do milho híbrido, variação maior a produtividade é reduzida. Sendo assim, é possível definir A30%≥ER como sendo falha na semeadura de híbrido de milho.

Para milho variedade, a distribuição longitudinal de sementes com ER, A20%≥ER e A30%≥ER apresentou maior produtividade de grãos sem diferirem entre si, sendo verificados 8736,13; 8671,2 e 8551,62 kg ha⁻¹ respectivamente. A40%≥ER e A50%≥ER não diferiram entre si e apresentaram produtividade 8,6 e 9,6% menor que ER respectivamente. Com os resultados é possível compreender que 40% é a variância máxima para aumento do espaçamento referência entre sementes do milho variedade, sendo assim, é possível definir A40%≥ER como sendo falha na semeadura de milho variedade.

Comparativamente ao proposto por Kurachi et al. (1989) e ABNT (1996), que falha na distribuição longitudinal é amplitude do espaçamento entre sementes >1,5 ER, referente a 50% maior, os resultados do trabalho divergem quando considerando a variável produtividade de grãos de milho. De acordo com os resultados o milho híbrido e variedade

passaram reduzir a produtividade a partir de 30 e 40% de amplitude do espaçamento de referência respectivamente, amplitudes menores que a sugerida pelos autores.

CONCLUSÕES

Na semeadura de milho híbrido a amplitudes de espaçamento entre sementes igual ou maior que 30% reduzem acima de 12,9% a produtividade de grãos. Na semeadura de milho variedade a amplitude de espaçamento entre sementes igual ou maior que 40% reduzem acima de 8,6% a produtividade de grãos. Na distribuição longitudinal de sementes de híbrido e variedade pode-se considerar amplitudes maiores que 30 e 40%, respectivamente, para determinação de falha.

REFERÊNCIAS

CARPES, D.P.; ALONÇO, A.S.; FRANCETTO, T.R.; MOREIRA, A.R.; CHAGAS, G.S. Qualidade da distribuição longitudinal de sementes de milho por um dosador-apanhador com auxílio pneumático.

Engenharia na agricultura, Viçosa, v.26, n.1, p.43-51, 2018.

SANTOS, A.J.M., GAMERO, C.A., & VILLEN, A.C. Análise espacial da distribuição longitudinal de sementes de milho em uma semeadora-adubadora de precisão. **Bioscience Journal**, v.27, n.01, p.16-23, 2011.

TOURINO, M.C.C. **Influência da velocidade tangencial dos discos de distribuição e dos condutores de sementes de soja na precisão de semeadoras**. 1993. 114p. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Engenharia Agrícola. Unicamp, Campinas, 1993.

KURACHI, S.A.H.; COSTA, J.A.S.; BERNARDI, J.A.; COELHO, J.L.D.; SILVEIRA, G.M. Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento de dados de ensaios e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. **Bragantia**, Campinas, v.48, n.2, p.249-262, 1989.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Projeto de norma 04: 015.06 – 004: Semeadora de precisão – ensaio de laboratório – método de ensaio**. São Paulo: 1996. 26p.

SOBRE O ORGANIZADOR

RENATO JAQUETO GOES - Possui graduação em Agronomia (2005-2009) pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - Unidade Universitária de Aquidauana onde desenvolveu pesquisas relacionadas ao efeito do manejo da adubação nitrogenada e irrigação na qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro, cv. Pérola cultivado em sistema plantio direto. Entre os anos de 2010 e 2012 cursou o Mestrado em Sistemas de Produção pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira onde desenvolveu pesquisas relacionadas com tratos culturais no milho, sorgo e arroz e seus efeitos na qualidade física e fisiológica das sementes. Entre 2013 e 2016 cursou o Doutorado na mesma instituição desenvolvendo pesquisa com coberturas vegetais, manejo da adubação nitrogenada e molíbdica na cultura da soja e do milho e seus efeitos na qualidade física e fisiológica das sementes. Entre 2016 e 2018 desenvolveu pesquisas com modelagem matemática Fuzzy pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Faculdade de Ciências Agrônomicas em Botucatu. Foi Tutor no Curso de Agronomia da Universidade Norte do Paraná, Câmpus de Chapadão do Sul (2018-2020) e na Faculdade Pitágoras em Goiânia (2021). Atualmente trabalha no Laboratório de Reprodução de Espécies Florestais (REFLOR) do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia (UFG/EA) desenvolvendo pesquisas com sementes florestais, hortaliças e frutíferas.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adubação fosfatada 44, 54, 55

Aftosa 10, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

Apicultura 10, 22, 23, 24, 25, 26

Apis mellifera 22, 23

Armazenamento 12, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 42, 124, 126, 128, 130, 134, 136, 137, 139, 140, 142, 143, 144, 146, 147, 148

B

Borra de fosfato 44, 46, 55

C

Caprino 96, 97, 103

Classificadores Supervisionados 12

Coffea arabica L 10, 44, 45, 46, 55

Comprehensive Training 114, 115

Concreto armado 29, 31, 32, 34, 40, 41, 130, 135, 136

Controle 1, 2, 3, 8, 30, 33, 61, 62, 63, 65, 93, 108, 137, 144, 152

D

Demonstration Plot 115

Distribuição Longitudinal 150, 151, 153, 154

Drought tolerance 69, 71, 74, 75, 76, 78, 79, 80, 81

E

Evapotranspiration Rate 69

F

Falhas, Produtividade 150

Fisiologia 11, 67, 96, 98

Fluxo de massa 29, 30, 32, 36, 136

G

Grain Yield 69, 79, 80, 81, 83, 151

Grãos 9, 12, 30, 31, 70, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 146, 147, 148, 150, 151, 152, 153, 154

H

Horticultura 57

L

Livre sem vacinação 1, 2, 5, 9

O

Organização Mundial de Saúde Animal 9

P

Peixe Nativo 84

Pequeno Produtor 12, 124, 128, 134, 136

Photosynthetic rate 69, 74, 75, 76, 80, 81

Piscicultura 84, 86, 94, 95

Pressão Adicional 29, 36

Produção 9, 10, 3, 7, 10, 13, 23, 25, 28, 30, 44, 45, 46, 51, 52, 53, 54, 55, 59, 60, 67, 85, 86, 96, 97, 98, 99, 103, 105, 106, 107, 124, 125, 126, 136, 138, 140, 141, 142, 143, 145, 148, 149, 155

Produto Granular 29, 32, 127

Profilaxia 84

R

Reprodução 96, 98, 102, 103, 106, 108, 155

Research 2, 70, 81, 94, 95, 104, 106, 107, 108, 114, 115, 139

Resíduo metalúrgico 44

S

Salinização 57, 58, 59

Sangue 84, 86, 92, 93

Saúde 1, 4, 6, 9, 10, 11, 84, 93, 94

Sensoriamento Remoto 12, 14, 20

Silo secador 12, 124, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137

Soluble sugars 69, 70, 71, 72, 80, 81, 82

Sorghum 11, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 78, 79, 81, 82

Sustentabilidade 57, 109, 139

T

Teaching 114, 115

Z

Zea mays L 113, 150, 151



CADEIAS PRODUTIVAS e novas tecnologias:

Aspectos econômicos,
ecológicos e sociais

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br





Atena
Editora
Ano 2021



CADEIAS PRODUTIVAS

e novas tecnologias:

Aspectos econômicos,
ecológicos e sociais

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena
Editora
Ano 2021