

VOL IV

# AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE  
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO  
SPERS

(Organizador)

 EDITORA  
ARTEMIS

2020

VOL IV

# AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE  
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO  
SPERS

(Organizador)

 EDITORA  
ARTEMIS

2020

2020 by Editora Artemis  
Copyright © Editora Artemis  
Copyright do Texto © 2020 Os autores  
Copyright da Edição © 2020 Editora Artemis  
**Edição de Arte:** Bruna Bejarano  
**Diagramação:** Elisangela Abreu  
**Revisão:** Os autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0). O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

**Editora Chefe:**

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora Executiva:**

Viviane Carvalho Mocellin

**Organizador:**

Eduardo Eugênio Spers

**Bibliotecário:**

Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

**Conselho Editorial:**

Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal

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

Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elvira Laura Hernández Carballido, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Emilas Darlene Carmen Lebus, Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina

Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco

Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas

Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, University of Miami and Miami Dade College, USA

Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros



Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, Colômbia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás  
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo  
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto  
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia  
Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal  
Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras  
Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense  
Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras  
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Dr. Turpo Gebera Osbaldo Washington, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Peru  
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa  
Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Colômbia

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

**A277** Agrárias [recurso eletrônico] : pesquisa e inovação nas ciências que alimentam o mundo IV / Organizador Eduardo Eugênio Spers. – Curitiba, PR: Artemis, 2020.

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Edição bilíngue  
ISBN 978-65-87396-25-5  
DOI 10.37572/EdArt\_255311220

1. Ciências agrárias – Pesquisa. 2. Agronegócio.  
3. Sustentabilidade. I. Spers, Eduardo Eugênio.

CDD 630

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**



## APRESENTAÇÃO

A inovação na área de ciências agrárias no Brasil é reconhecida em nível global. Para mostrar essa diversidade, esta obra apresenta uma coletânea de pesquisas realizadas em e sobre diversas áreas que compõem o agronegócio nacional.

Com uma linguagem científica de fácil entendimento, a obra **Agrárias: Pesquisa e Inovação nas Ciências que Alimentam o Mundo** mostra como é possível gerar avanços significativos e conseqüentemente vantagem competitiva para o setor e para o país, com exemplos e casos, tanto no contexto da produção animal quanto da vegetal, abrangendo aspectos técnicos, econômicos, sociais, ambientais e de gestão.

Este Volume IV, cujo eixo temático é **Produtividade Vegetal e Animal**, traz dez artigos sobre produtividade vegetal e sete sobre produtividade animal.

Desejo a todos uma proveitosa leitura!

Eduardo Eugênio Spers

## SUMÁRIO

### PRODUTIVIDADE VEGETAL E ANIMAL

#### PARTE 1: PRODUTIVIDADE VEGETAL

#### **CAPÍTULO 1..... 1**

##### VALORIZACIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS DE AJÍES NATIVOS

Teresa Avila Alba

Ximena Reyes Colque

Noemí Aguilar Vasquez

Ariel Choque Siles

**DOI 10.37572/EdArt\_2553112201**

#### **CAPÍTULO 2..... 14**

##### AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE MILHO QUANTO À *EXSEROHILUM TURCICUM* AGENTE CAUSAL DA QUEIMA DE *TURCICUM* NA REGIÃO SUDOESTE DO MATO GROSSO

Cristiani Santos Bernini

Marcello José de Arruda

Luciana Coelho de Moura

Marco Antônio Aparecido Barelli

Valvenarg Pereira da Silva

Raphael Felipin Azevedo

Fernando André Silva Santos

Zulema Netto Figueiredo

**DOI 10.37572/EdArt\_2553112202**

#### **CAPÍTULO 3..... 23**

##### ATIVIDADE INSETICIDA DE EXTRATOS DE PLANTAS COLETADAS NO CERRADO SOBRE LAGARTAS DE *SPODOPTERA FRUGIPERDA* (J.E. SMITH, 1797)

Danielle Beatriz de Lima

Ana Caroline de Sousa Barros

Arielly Lima Padilha

Camila Francielli Vieira Campos

Elias Leão de Figueiredo

Felipe Henrique de Sousa Mendes

Fernando carvalho de Araújo

Júlia Maria Mello Becker

Mariana Moreira Lazzarotto Rebelatto

Raphael Daltro Solano

Winy Louise da Silva Carvalho

**DOI 10.37572/EdArt\_2553112203**

**CAPÍTULO 4 .....32**

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE CULTIVARES DE MILHO CONVENCIONAIS E  
TRANSGÊNICAS NAS REGIÕES NORTE E OESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

Fernando Bergantini Miguel  
Aildson Pereira Duarte  
Rogério S. Freitas  
Ivana Marino Bárbaro - Torneli  
Marcelo Ticelli

**DOI 10.37572/EdArt\_2553112204**

**CAPÍTULO 5.....39**

EVALUACIÓN AGROECOLÓGICA, PARA EL DISEÑO DE RUTAS DE TRANSICIÓN  
SUSTENTABLE EN FINCAS

Gustavo Adolfo Alegría Fernández

**DOI 10.37572/EdArt\_2553112205**

**CAPÍTULO 6 .....46**

APLICACIÓN DE TOMOGRAFIA DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA PARA ESTUDIAR EL  
COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE UN SUELO DESCOMPACTADO

Javier Alejandro Grosso  
Pablo Ariel Weinzettel  
Juan Manuel Ressia  
Carlos Vicente Bongiorno  
Sebastián Dietrich

**DOI 10.37572/EdArt\_2553112206**

**CAPÍTULO 7 .....55**

INSETICIDAS PARA CONTROLE DO BICUDO DO ALGODOEIRO - EFICIÊNCIA,  
PERÍODO RESIDUAL E PERDAS POR ESCORRIMENTO

Fernando Camilo Silvério Quintão  
Jordana Dias Da Silva Furtado  
Bruna Mendes Diniz Tripode  
José Ednilson Miranda

**DOI 10.37572/EdArt\_2553112207**

**CAPÍTULO 8.....66**

ANÁLISE DO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE CINCO VARIEDADES DE  
MIRTILO CULTIVADOS EM SISTEMA AGROECOLÓGICO NA REGIÃO DO ALTO  
VALE DO ITAJAÍ/SC

Laiana Neri de Souza  
Leonardo de Oliveira Neves  
Flávia Queiroz de Oliveira

**DOI 10.37572/EdArt\_2553112208**

**CAPÍTULO 9 .....71**

QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA UTILIZADAS NO ESTADO DE MATO GROSSO

Magda da Fonseca Chagas

Renato Mendes Guimarães

Wanderlei Dias Guerra

DOI 10.37572/EdArt\_2553112209

**CAPÍTULO 10..... 80**

RIZOBACTÉRIA KLUYVERA ASCORBATA: UMA NOVA ALIADA PARA O MANEJO DE PRAGAS AGRÍCOLAS

Raul Duarte Diamantino

Robson Thomaz Thuler

DOI 10.37572/EdArt\_25531122010

**PARTE 2: PRODUTIVIDADE ANIMAL**

**CAPÍTULO 11.....89**

SEGURANÇA ALIMENTAR NOS SISTEMAS AGRÁRIOS DE PRODUÇÃO DE SUÍNOS CONVENCIONAL NO MUNICÍPIO DE TRÊS PASSOS/RS-BRASIL

Iran Carlos Lovis Trentin

Darlan Weber da Silva

Alessandro Kruel Queresma

Endrio Rodrigo Webers

DOI 10.37572/EdArt\_25531122011

**CAPÍTULO 12.....109**

FARELO DO CAROÇO DO AÇAÍ COMO ADITIVO EM SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE

Anderson da Silva Peixoto

Edileusa de Jesus dos Santos

Ewerton Abreu da Silva

DOI 10.37572/EdArt\_25531122012

**CAPÍTULO 13.....116**

USO DE FERRAMENTAS DE GESTÃO NA ATIVIDADE LEITEIRA: UM ESTUDO MULTICASO, EM PROPRIEDADES LEITEIRAS NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

Camilla Birenbaum NOBILE

Francisco Lopes DANTAS

Agnes de Souza LIMA

Eduardo Mitke Brandão REIS

DOI 10.37572/EdArt\_25531122013

**CAPÍTULO 14..... 130**

DE LOS HUMEDALES INMERSOS EN POTREROS A LA CRIANZA BAJO  
CONDICIONES CONTROLADAS DEL *PROCAMBURUS* (AUSTROCAMBARUS)  
LLAMASI EL CAMARÓN DE POPAL

José Padilla-Vega

DOI 10.37572/EdArt\_25531122014

**CAPÍTULO 15..... 138**

VIABILIDADE ECONÔMICA EM SISTEMA DE BIOFLOCOS NA PRODUÇÃO DE  
TILÁPIAS (*OREOCHROMIS NILOTICUS*)

Valesca Schardong Villes

Emerson Guiliani Durigon

Elson Martins Coelho

Rafael Lazzari

DOI 10.37572/EdArt\_25531122015

**CAPÍTULO 16..... 152**

CENÁRIOS DE MUDANÇA CLIMÁTICA E OS IMPACTOS NA BIOCLIMATOLOGIA  
ANIMAL PARA O ESTADO DO RS

Zanandra Boff de Oliveira

Eduardo Leonel Bottega

Alberto Eduardo Knies

DOI 10.37572/EdArt\_25531122016

**CAPÍTULO 17..... 166**

CONTROL DE PARASITOSIS EQUINAS: SOSTENIBILIDAD VS. FARMACOLOGÍA

María Vilá Pena

Cándido Viña Pombo

Mathilde Voinot Meissner

María Isabel Silva Torres

Rami Salmo

Antonio Miguel Palomero Salinero

José Ángel Hernández Malagón

Rodrigo Bonilla Quintero

Adolfo Paz Silva

Rita Sánchez-Andrade Fernández

María Sol Arias Vázquez

Cristiana Filipa Cazapal Monteiro

DOI 10.37572/EdArt\_25531122017

**SOBRE O ORGANIZADOR.....177**

**ÍNDICEREMISSIVO.....178**

# CAPÍTULO 1

## VALORIZACIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS DE AJÍES NATIVOS

Data de submissão: 10/10/2020

Data de aceite: 01/12/2020

**Teresa Avila Alba**

Centro Fitotécnico y de Semillas Pairumani.  
Cochabamba, Bolivia.

**Ximena Reyes Colque**

Centro Fitotécnico y de Semillas Pairumani.  
Cochabamba, Bolivia.

**Noemí Aguilar Vasquez**

Centro Fitotécnico y de Semillas Pairumani.  
Cochabamba, Bolivia.

**Ariel Choque Siles**

Centro Fitotécnico y de Semillas Pairumani.  
Cochabamba, Bolivia.

**RESUMEN:** El Centro Fitotécnico y de Semillas Pairumani (anteriormente Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani), perteneciente a la Fundación Simón I. Patiño, ubicado en Cochabamba Bolivia, ha realizado una experiencia de valorización de germoplasma, a través de la búsqueda de características de utilidad para el desarrollo de variedades y productos de valor agregado. Se estudiaron accesiones silvestres y cultivadas de ají de una colección de trabajo con el propósito de identificar: potencial de cultivo, rendimiento, tolerancia a enfermedades y plagas, entre otras características de interés agrícola. De igual manera se realizó un estudio bioquímico para identificar contenidos de:

capsaicina, colorantes, antioxidantes totales, flavonoides, quercetina y grasa (vitamina E). Se identificaron también cualidades relacionadas con el procesamiento de las accesiones, en encurtidos, salsas y mermeladas. Los genotipos silvestres mostraron dificultad de germinación y fructificación, por lo cual se ajustaron protocolos que permitieron obtener un buen porcentaje de germinación y también fructificación. Se identificaron accesiones con características deseables para el desarrollo de variedades de ají y también una buena respuesta al procesamiento, manteniendo el color, el picor y la consistencia. A partir de este material priorizado, se están desarrollando variedades y tecnologías enfocadas hacia el pequeño agricultor.

**PALABRAS-CLAVE:** *Capsicum*, valorización, germoplasma, cultivados, silvestres.

### VALORIZATION OF GENETIC RESOURCES OF CAPSICUM

**ABSTRACT:** At the Pairumani's Phytotechnical and Seed Center, before denominated Pairumani's Phytoecogenetical Research Center, belonging to the Patiño Foundation, located in Cochabamba, Bolivia, an experience of valuation of germplasm has been carried out, through the search for useful characteristics for the development of varieties and products with added value. Wild and cultivated accessions of chili pepper from

a work collection were studies in order to identify cultivation potential, yield, tolerance to diseases and pests, among other characteristics of agricultural interest. Similarly, a biochemical study to identify content of capsaicin, dyes, total antioxidants, flavonoids, quercetin, vitamin C and fat (vitamin E) were identified. Related to the processing of accessions, in pickles, sauces and jams. The wild genotypic showed difficulty in germination and fruiting, for which protocols were adjusted to allow obtaining a good percentage of germination and also fruiting. Accessions with desirable characteristics for the development of chili varieties and a good response to processing were identified, maintaining color, hotness and consistency. From this prioritized material, varieties and technologies focused on the small farmer are being developed.

## 1. INTRODUCCIÓN

La región andina central, donde está situada Bolivia, es un centro de origen y domesticación de numerosas especies cultivadas. Su accidentada orografía formada por las cordilleras occidental y la oriental de los andes, ha dado lugar al altiplano, numerosos valles y laderas cordilleranas, donde se cultiva múltiples especies nativas desde hace más de 10 mil años, de acuerdo a los diferentes hallazgos de restos de especies cultivadas en horizontes pre-cerámicos. Las precipitaciones pluviales de la zona andina van desde el semi-húmedo al semi-seco o seco en la región occidental y desde muy húmedo hasta semi-húmedo en la vertiente oriental de la cordillera (FAO/INIAF, 2009).

La existencia de los recursos genéticos con los que dispone Bolivia, se debe principalmente al manejo, domesticación y custodia que, por generaciones han cumplido las comunidades indígenas y campesinas, que concibieron el manejo de sus recursos bajo una concepción integral de conservación y utilización. En los centros de origen, están concentrados los parientes silvestres de los cultivos, que podrían ser portadores de genes con importancia para el cultivo, especialmente para resistencia genética a las enfermedades y adversidades abióticas (FAO/INIAF, 2009).

Bolivia constituye un centro primario de diversidad y domesticación del género *Capsicum*, con un alto grado de diversidad genética encontrada en su territorio. Esta gran diversidad representa oportunidades y desafíos para los fitomejoradores y especialistas en recursos genéticos, ya que, a pesar de ser conocida, permanece subutilizada e insuficientemente estudiada y comprendida.

Este género presenta alrededor de 40 especies, de las cuales cinco son domesticadas: una originaria de Mesoamérica (*Capsicum annuum* L.), dos de la región tropical baja (*C. chinense* Jacq. y *C. frutescens* L.) y dos de la región andina central (*C. baccatum* y *C. pubescens* Ruiz & Pav).

En Bolivia, varios de los ajíes silvestres son consumidos por las poblaciones locales. Los frutos de las especies silvestres, denominados comúnmente ulupicas y aribibis, son

cosechados del monte o de los alrededores de las viviendas de los agricultores, en parte son vendidos en los mercados y en algunos casos se procesan como encurtidos o salsas hechos de manera casera y artesanal. La forma de colecta de los frutos genera erosión de los recursos genéticos, además que en algunos casos también ocasiona desbosque. Las plantas de estas especies silvestres no son sustituidas cuando termina su ciclo productivo.

El Centro Fitotécnico y de Semillas Pairumani, anteriormente denominado Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani, trabaja en el desarrollo de variedades y la producción de semilla, de especies que constituyen la base de la alimentación y de los ingresos de familias productoras de los valles interandinos y mesotérmicos, utilizando germoplasma de las colecciones de trabajo conservadas en el Centro y con la finalidad de apoyar a los pequeños agricultores a adaptarse a las condiciones cambiantes de clima, mercado y producción, por medio del uso de semilla certificada y tecnologías de producción. El Centro mantiene una colección de trabajo de ají, colectada en todo el país, de las siguientes especies cultivadas y silvestres de: *Capsicum baccatum*, *C. pubescens*, *C. annum*, *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. baccatum var. baccatum*, *C. caballeroi* Nee, *C. cardenasii* Heiser-Smith, *C. ceratocalyx* Nee, *C. chacoense* Hunz., *C. eximium* Hunz., *C. coccineum* (Rusby) Hunz, *C. minutiflorum* (Rusby) Hunz, *C. eshbaughii* Barbosa y *C. Neei* Barbosa y Reyes.

El Proyecto financiado por el Cooperación Alemana GIZ, “Rescate y promoción de ajíes nativos en su centro de origen”, realizado de manera conjunta entre socios bolivianos, peruanos, alemanes y Bioversity International, tuvo como objetivo desarrollar conocimiento y probar enfoques novedosos para incrementar el uso de la diversidad de cultivos nativos y olvidados, con el fin de mejorar los ingresos de los agricultores de escasos recursos y proveer una producción más variada y sostenible, en respuesta a la creciente demanda de alimentos e ingredientes diferenciados de alto valor.

Los resultados obtenidos en el proyecto y los materiales promisorios seleccionados, sirvieron de base para que en Pairumani se continúe con la formación de variedades, estudios para mejorar la producción conjuntamente con agricultores y el procesamiento, promoción y apertura de mercados para los productos con valor agregado. Jäger *et al.* (2013), mencionan que los actores clave de la cadena de valor de los ajíes nativos en Bolivia, identificaron la falta de variedades locales certificadas o variedades promisorias ó elite como uno de los cuellos de botella de la cadena.

El objetivo del presente trabajo fue valorizar la colección de *Capsicum* mantenida en el Centro Fitotécnico y de Semillas Pairumani, a través de la búsqueda de características

de utilidad, con la finalidad de aumentar el conocimiento acerca de ellas y que puedan ser utilizadas en el desarrollo de variedades mejoradas y/o incorporadas en cadenas de valor.

## 2. METODOLOGÍA

El material vegetal utilizado fue la colección de trabajo de *Capsicum*, conservada en forma de semilla en una cámara a 0°C y colectada en todo el territorio nacional.

### 2.1. Caracterización y evaluación

Los ensayos de caracterización morfológica y evaluación agronómica se realizaron por varios años, en varias localidades situadas en diferentes ambientes ecológicos: Pairumani (Valles templado, Cochabamba), Mairana (Valles Mesotérmicos), El Palmar del Oratorio (Trópico bajo, Santa Cruz), Padilla (Valle templado productor de ají, Chuquisaca) y Monteagudo (Chaco subandino productor de ají, Chuquisaca). El material en campo fue también utilizado para tomar muestras para el estudio taxonómico.

La caracterización morfológica se evaluó según los descriptores de *Capsicum*, incluyendo el rendimiento y el hábito de crecimiento (IPGRI *et al.*, 1995).

Las características de frutos frescos como color del fruto maduro, forma del fruto, longitud del fruto, diámetro del fruto y peso del fruto, fueron tomadas en las localidades de Padilla, Monteagudo (Chuquisaca), Santa Cruz y Cochabamba. Para las características cuantitativas se sacaron promedios y para las cualitativas los valores con mayor frecuencia.

### 2.2. Análisis bioquímico

Del total de las accesiones o variedades de ajíes nativos que formaron parte del presente estudio, se seleccionaron 96 accesiones para la caracterización bioquímica, de acuerdo a su representatividad taxonómica y distribución geográfica y tomando en cuenta los resultados de la caracterización y evaluación agronómica.

Los análisis bioquímicos se hicieron en la Universidad de Wuppertal en Alemania, donde se enviaron las muestras secas y molidas (sin valor biológico y sin valor comercial). En Wuppertal, se aplicaron métodos analíticos y para algunos casos, se desarrollaron métodos novedosos no destructivos a fin de realizar la caracterización bioquímica con muestras pequeñas (Libreros *et al.*, 2014). En el Cuadro 1 se pueden observar los métodos utilizados, los mismos se encuentran expuestos en Meckelmann *et al.* (2013).

**Cuadro 1.** Métodos para el análisis bioquímico (Libreros *et al.*, 2014)

<b>ATRIBUTOS</b>	<b>MÉTODOS</b>
Capsaicinoides	Cromatografía Líquida de Alta Eficacia (HPLC) con detección de fluorescencia.
Flavonoides (suma de quercetina, luteolina kaempferol y apigenina)	Análisis de HPLC con fotiodios.
Capacidad antioxidante (TEAC)	Ensayo ABTS (ácido 2,2 azino bis (3- etilbenzo tiazolin-6 sulfónico))
Vitamina E (suma de tocoferoles $\alpha$ , $\beta$ y $\gamma$ )	HPLC con detección de fluorescencia.
Grasa	Infrarrojo cercano con método gravimétrico micro.
Azúcares (suma de fructosa, glucosa, sacarosa)	Desgrase en solución de agua y metanol, analizada como derivado siliado por cromatografía de gases con detector de ionización de llama.

### 2.3. Especies silvestres

Entre los problemas que se han observado para el cultivo de plantas silvestres de ají, se encuentra la baja germinación de las semillas, el tiempo necesario para la fructificación y en algunos casos la poca fructificación; todos estos aspectos hicieron necesario el desarrollo de metodologías de cultivo para los genotipos silvestres, en diferentes ambientes.

Uno de los problemas que más influye en que los agricultores no cultiven ajíes silvestres, es la baja germinación y la dormancia de las semillas. Se realizaron pruebas de germinación en una cámara germinadora a temperatura constante de 22°C y con una humedad relativa constante del 80% y sin tratamientos adicionales.

Posteriormente, se llevó adelante ensayos que permitan mejorar estas limitantes del cultivo de los ajíes silvestres, utilizando cultivo de embriones y ácido giberélico a diferentes concentraciones y tiempos de exposición.

### 2.4. Procesamiento de los frutos

Tomando en cuenta los resultados de los estudios bioquímicos, se seleccionaron 44 accesiones, las cuales fueron designadas como promisorias por presentar características agro-morfológicas y/o bioquímicas interesantes, con potencial para ser utilizadas directamente como consumo en fresco o en productos procesados.

Los estudios de procesamiento de las 44 accesiones se realizaron en el Instituto de Tecnología de Alimentos (ITA) de la Universidad San Francisco Xavier de Sucre, con

la colaboración del Ing. Edwin Serrano. Se enviaron al ITA frutos cosechados para su procesamiento en encurtidos, mermeladas y salsas.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Caracterización y evaluación

La caracterización mostró una amplia variabilidad morfológica en los frutos, a nivel del tamaño, color y forma, como puede verse en las siguientes fotos.



**Foto 1.** Diversos tipos de plantas y frutos del genero *Capsicum*

El estudio taxonómico se realizó partir de muestras de herbario y de campo. Se tenía una clasificación preliminar, la cual se verificó confirmándose las especies y en otros casos las accesiones se reclasificaron en otras especies. Para el estudio taxonómico se contó con la colaboración de las especialistas MSc. Margoth Atahuachi del Herbario Martín Cárdenas de la ciudad de Cochabamba y la Dra. Gloria Barbosa, de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de Córdoba.

Un aspecto para resaltar, es la abundante variación fenotípica observada en la especie *Capsicum baccatum*. *C. baccatum* var. *pendulum* es cultivada principalmente en los valles interandinos altos y secos de Bolivia y *C. baccatum* var. *baccatum* el tipo silvestre, crece en llanuras de trópico bajo y posee frutos pequeños de forma elíptica que localmente son llamados aribibis (Foto 2).



Foto 2. *C. baccatum* var *baccatum* – aribibis

Al interior de la especie *C. baccatum* se conformaron grupos a nivel morfológico, los cuales muestran correspondencia con los lugares de colecta. De igual manera, se observaron introgresiones entre los cultivados y los silvestres, que presentan características morfológicas intermedias. Estos grupos y las introgresiones observadas, fueron posteriormente confirmados mediante estudios de diversidad genética y estructura poblacional, utilizando 18 marcadores moleculares de tipo microsátelite (Avila *et al.*, 2018).

Al respecto Van Zonneveld *et al.* (2015) menciona, en muchas comunidades tradicionales de América Latina, las especies de *Capsicum* semi-domesticadas se encuentran a menudo, creciendo cerca de ajíes cultivados, en huertos familiares o en los bordes de campos cultivados, donde la hibridación introgresiva tiene lugar entre el cultivo y silvestres estrechamente relacionadas, de forma espontánea, dando lugar a formas intermedias que luego son seleccionadas y propagadas por agricultores en un proceso continuo de evolución de los cultivos en las explotaciones.

La evaluación de caracteres agronómicos permitió observar una amplia variabilidad con respecto a la productividad, el hábito de crecimiento y otras características agromorfológicas interesantes para el desarrollo de variedades. Se resalta la tolerancia a las virosis mostradas por ciertas accesiones, como por ejemplo la accesión N° 485, la cual en la localidad de Padilla donde existe una gran incidencia viral, se mantuvo completamente sana en comparación con casi toda la colección que no logró sobrevivir al ataque de los virus.

### 3.2. Análisis bioquímico

Algunos atributos analizados bioquímicamente como capsaicinoides, grasa y azúcares influyen en el sabor de los ajíes; otros atributos como flavonoides, capacidad antioxidante y vitamina E tienen un gran potencial de aplicación en los sectores farmacéutico, nutracéutico y cosmético (APEGA *et al.*, 2009). Los capsaicinoides poseen también un potencial interesante para la industria, como ingrediente activo en diversos productos farmacéuticos y de defensa personal y la quercetina destaca por sus propiedades antioxidantes, que le otorgan la cualidad de proteger al cuerpo humano

de los radicales libres, además que se le atribuyen características antiinflamatorias y antihistamínicas.

Algunas accesiones mostraron contenidos elevados de capsaicina, como puede observarse en la foto siguiente.

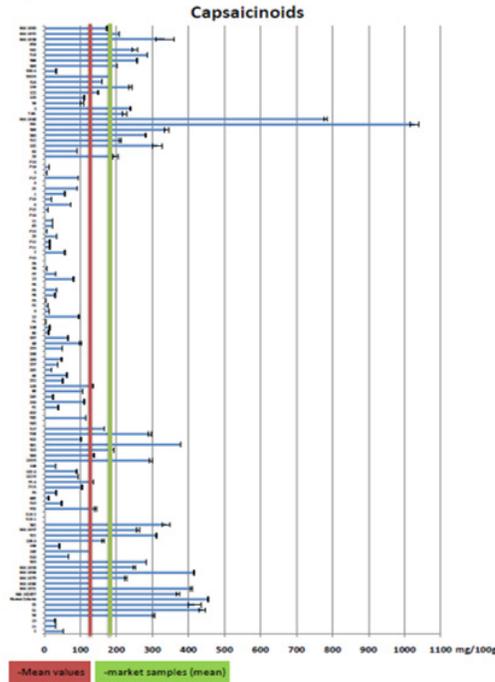


Foto 3. Contenido de capsaicinoides en las muestras analizadas

Las accesiones analizadas mostraron un rango desde baja a elevada pungencia, expresado en contenido de capsaicina. 16 accesiones mostraron valores excepcionalmente altos en uno o más de un atributo de ASTA color extraíble, capacidad antioxidante, polifenoles y contenido de grasa.

Algunas accesiones promisorias en las que estaban incluidas silvestres de *C. eximium* and *C. baccatum* var. *baccatum*, produjeron frutos con un contenido excepcionalmente alto de grasa en sitios de evaluación específicos como Mairana, sin embargo, tuvieron un desempeño deficiente en otras localidades, lo que sugiere que estas solo responden bien a las condiciones en las que se desarrollaron. Se requiere más investigación sobre las interacciones entre los genotipos, las características bioquímicas de los frutos y el ambiente, para desarrollar variedades que funcionen bien en un rango más amplio de ambientes (Van Zonneveld *et al.*, 2015).

Los resultados de las caracterizaciones morfológica, la evaluación agronómica y el análisis bioquímico pueden ser encontrados con mayor detalle en el Catálogo de ajíes nativos bolivianos promisorios (Foto 4), el mismo que se encuentra disponible en la página web de Bioversity International y en el artículo "Screening Genetic Resources of

Capsicum Peppers in Their Primary Center of Diversity in Bolivia and Peru” (Van Zonneveld et al., 2015).

**Bioersity International**

**Catálogo de ajíes nativos (*Capsicum* spp.) bolivianos promisorios**  
 Dimary Liberos, Maarten van Zonneveld, Michael Petz, Sven W. Meckelmann, Carlos Bejarano, Teresa Avila, Ximona Reyes, Carlos Mayan, Karen Amaya y Marleni Ramirez

**Nombre común no identificado** Especie: *Capsicum baccatum* L. var. *pendulum* (Willd.) Eshbaug

Código Nacional: \*\*MA1628  
 Sitio de origen: Departamento Santa Cruz, Localidad Mairana

Datos agronómicos:  
 Hábito de crecimiento: Erecta  
 Rendimiento: 0.48 kg/planta  
 Rango de referencia: 0.004-0.6 kg/planta

Características del fruto fresco:  
 Color fruto maduro: Rojo  
 Forma del fruto: Acampamulado  
 Longitud del fruto: 2.8 cm  
 Diámetro del fruto: 1.8 cm  
 Peso del fruto: 8.4 g

Nota: Promedios de Cochabamba, Padilla y Santa Cruz

**Caracterización bioquímica del fruto seco (valor y rango de referencia):**

Capasclnoides mg/100 g	Vitamina E mg/100 g	Capacidad Antioxidante mmol/100 g	Flavonoides mg/100 g	Quercitina mg/100 g	Azúcar g/100 g	Grasa g/100 g
346.5	31.8	4.5	6.9	5.3	...	11.8
0.6 - 1,027.8	6.5 - 44.37	3.26 - 6.24	1.77 - 62.7	1.47 - 59.2	14.9 - 14.9	7.0 - 24.1

Nota: Promedio de Santa Cruz (primer análisis) y Padilla (segundo análisis)

Foto 4. Catálogo de ajíes nativos bolivianos promisorios

### 3.3. Especies silvestres

Las especies silvestres no son sembradas por los agricultores, se cosechan mediante métodos extractivos. Se ha observado que esta cosecha causa deterioro en el ambiente, debido a que se arrancan plantas completas, dañando la flora circundante y no se realiza replantamiento de las plantas de *Capsicum*.

En la siguiente foto se observa una ladera de montaña donde las ulupicas de la especie *C. eximium* crecen conjuntamente con tunas (*Opuntia ficus-indica*) (Foto 5). Los pobladores de esta localidad arrancan las plantas de ulupicas para cosechar, con mayor comodidad en sus casas, los frutos debido a su pequeño tamaño. Esto ocasiona desestabilización de los suelos y deslizamientos hacia los poblados que se encuentran en la zona baja de las montañas, al borde de los ríos.



Foto 5. Ulupicas en la zona de detrás del nevado del Illimani en La Paz

Según Van Zonneveld *et al.*, 2015, Bolivia es probablemente el país del mundo donde se consume mayor diversidad de *Capsicum* silvestre. El consumo humano de *C. cardenasii*, *C. eshbaughii* y *C. caballeroi*, es exclusivo de Bolivia, mientras que *C. eximium* se consume también en el norte de Argentina y *C. baccatum* var. *baccatum* y *C. chacoense* son comúnmente cosechados y consumidos en Bolivia, Argentina, Paraguay y Brasil.

Se ha observado que las plantas silvestres, crecen también alrededor de las casas y cultivos. Los frutos son comercializados en los mercados locales y tienen una amplia demanda.

Las especies silvestres mostraron dificultad de germinación, por lo que se realizaron varias pruebas utilizando diferentes metodologías para mejorar y uniformizar la germinación.

Cuando no se utilizó ningún tratamiento, el proceso de germinación duró de 10 a 60 días, con resultados que oscilaron entre el 0 y el 60% de germinación de las semillas.

Se realizó una prueba en el laboratorio de cultivo de tejidos en condiciones *in vitro*, en las que se extrajeron y cultivaron los embriones de las semillas, dando lugar a una alta germinación en comparación con semillas germinadas en condiciones normales. Con la finalidad de buscar soluciones a la baja germinación y al tiempo necesario para la germinación de las accesiones de ají silvestre, se realizaron ensayos con ácido giberélico y agua tibia, estas pruebas fueron hechas en condiciones *in vitro* y también en el invernadero. Las semillas remojadas por 24 horas en ácido giberélico [5ppm] germinaron más rápidamente y el porcentaje de germinación se vio incrementado de manera altamente significativa, ya sea en condiciones *in vitro* como en invernadero (Foto 6). Se realizaron todos los ajustes al protocolo, para que el uso de ácido giberélico puede ser replicado en condiciones del agricultor.

También se están utilizando insumos biológicos que, adicionados al sustrato, incrementan las condiciones para la germinación y el desarrollo de los plantines, lo cual ha dado lugar a un mayor porcentaje de germinación.

Se ha trabajado con agricultores de la zona detrás del nevado del Illimani en La Paz, zona tradicional de extracción de ulipicas de la especie *C. eximium*, capacitándolos en técnicas para mejorar la germinación de sus semillas y asegurar la fructificación.



**Foto 6.** Ajíes silvestres mostrando porcentajes de germinación superiores al 95%

Algunas accesiones de especies silvestres mostraron dificultad para fructificar, alargándose la fase vegetativa hasta dos años. Haciendo un estudio del lugar de colecta, se pudo observar que crecían en sotobosque, por lo que la solución para estimular la formación de frutos fue utilizar malla semisombra para cubrir los cultivos.

Actualmente se están cultivando en Pairumani, accesiones silvestres de todas las especies de la colección y se continúa con el proceso de desarrollo de metodologías de cultivo.

### 3.4. Procesamiento

Según García y García-Yi, (2013), la forma y color de los frutos son características importantes para el desarrollo de productos de alto valor.

Las pruebas de procesamiento de las 44 accesiones promisorias, mostraron resultados muy buenos. Se determinaron accesiones adecuadas a un tipo de producto procesado, como un genotipo con poca pungencia y carnoso que se adaptó muy bien a la producción de mermelada; accesiones que no perdieron el color ni la consistencia durante el proceso de encurtido; accesiones con alto picor que se adaptaron a la producción de salsas y accesiones que se mezclaron muy bien con otros productos como maní (*Arachis hypogaea*) y chocolate.

El ITA realizó estudios de transformación y comercialización. Se seleccionaron productos como: salsas de ají amarillo y rojo, mermelada de ají dulce, chocolates con ají picante y dulce, salsa con maní de varios grados de picor y encurtidos de diferentes tipos de ají. Los ajíes en encurtidos no perdieron el color, como puede observarse en la Foto 7.

Los resultados del procesamiento, mostraron el potencial para el desarrollo de productos de alto valor para diferentes usos y mercados y plantearon nuevos desafíos relacionados con el escalado de la producción y la comercialización.



Foto 7. Produtos processados encurtidos de quatro acessões

#### 4. CONCLUSIONES

El presente estudio permitió llegar a las siguientes conclusiones:

- Con el proyecto “Rescate y promoción de ajíes nativos en su centro de origen” se logró el objetivo de desarrollar conocimiento y probar nuevos enfoques para incrementar el uso de la diversidad de cultivos nativos y olvidados.
- Se están utilizando los resultados y el conocimiento generados con el proyecto para continuar con la formación de variedades, utilizando los materiales promisorios seleccionados de acuerdo a sus características agromorfológicas y/o bioquímicas interesantes.
- Se ha desarrollado un protocolo para la germinación rápida y uniforme de las especies silvestres y se continúa trabajando para completar toda la metodología de cultivo de estas especies.
- Se han obtenido con éxito productos procesados de los ajíes seleccionados como promisorios. Actualmente se continúa trabajando en darle sostenibilidad a la producción agrícola e industrial y en la comercialización de los mismos.
- Se está involucrando a agricultores para que realicen una producción más variada y sostenible de ají nativo, en respuesta a la creciente demanda de alimentos e ingredientes diferenciados de alto valor.

## BIBLIOGRAFIA

APEGA, UNALM, INIA, USMP. 2009. Ajíes peruanos sazón para el mundo. Sociedad Peruana de Gastronomía, el Programa de Hortalizas de la Universidad Nacional Agraria, La Molina, el Instituto Nacional de Innovación Agraria y el Instituto de Investigaciones en Hotelería y Turismo de la Universidad de San Martín de Porres. Editorial El Comercio, Lima, Perú.

Avila, T., Reyes, X. y van Zonneveld, M. Genetic Diversity of Capsicum baccatum from the primary origin center. 24<sup>th</sup> International Pepper Conference. Fort Myers, USA, noviembre 2018.

FAO/INIAF. 2009. Informe Nacional sobre el estado de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación. Proyecto: Fortalecimiento de los Bancos de Germoplasma vegetal del Sistema Nacional de Recursos Genéticos para la Agricultura y la Alimentación GCP/BOL/037/ITA

García AI, García-Yi J. 2013. Oportunidades de bio-comercio y preferencias de los hogares por atributos diferenciados de ajíes nativos sub-utilizados en Lima Moderna, Perú. Latin American Journal of Business Management, 4(1):272-291.

IPGRI, AVRDC, CATIE. 1995. Descriptors for Capsicum (Capsicum spp.). International Plant Genetic Resources Institute; Asian Vegetable Research and Development Center y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza,. Rome, Italy.

Jäger M, Jiménez A, Amaya K. Las cadenas de valor de los ajíes nativos de Bolivia. Compilación de los estudios realizados dentro del marco del proyecto “Rescate y promoción de ajíes nativos en su centro de origen” para Perú. Bioversity International. Cali, Colombia; 2013.

Libreros D, van Zonneveld M, Petz M, Meckelmann S, Bejarano C, Avila T, Reyes X, Mayan C, Amaya K, Ramírez M. 2014. Catálogo de ajíes nativos (Capsicum spp.) bolivianos promisorios. Bioversity International. Cali, Colombia.

Meckelmann SW, Riegel DW, van Zonneveld M, Ríos L, Peña K, Ugas R, Quiñonez L, MuellerSeitz E, Petz M. 2013. Compositional characterization of native Peruvian chili peppers (Capsicum spp.). Journal of Agriculture and Food Chemistry, 61(10):2530–2537

Van Zonneveld M, Ramirez M, Williams DE, Petz M, Meckelmann S, Avila T, et al. (2015) Screening Genetic Resources of Capsicum Peppers in Their Primary Center of Diversity in Bolivia and Peru. PLoS ONE 10(9): e0134663. doi:10.1371/ journal.pone.0134663

Williams DE. The conservation and evolution of peanuts and peppers. In: Eyzaguirre PB, Linares O, editors Home Gardens and Agrobiodiversity. Smithsonian Books, Smithsonian Institution, Washington, DC; 2004. pp. 256–265.

## CAPÍTULO 2

### AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE MILHO QUANTO À *EXSEROHILUM TURCICUM* AGENTE CAUSAL DA QUEIMA DE *TURCICUM* NA REGIÃO SUDOESTE DO MATO GROSSO

Data de submissão: 20/09/2020

Data de aceite: 01/12/2020

#### **Cristiani Santos Bernini**

Universidade Federal de Mato Grosso,  
Faculdade de Engenharia Florestal. Cuiabá,  
Mato Grosso.  
<http://lattes.cnpq.br/0737899820088445>

#### **Marcello José de Arruda**

Universidade do Estado de Mato Grosso,  
Faculdade de Agronomia.  
Cáceres, Mato Grosso.  
<http://lattes.cnpq.br/4688565727335595>

#### **Luciana Coelho de Moura**

Universidade Federal de Mato Grosso,  
Faculdade de Engenharia Florestal. Cuiabá,  
Mato Grosso.  
<http://lattes.cnpq.br/0465381226187625>

#### **Marco Antônio Aparecido Barelli**

Universidade do Estado de Mato Grosso,  
Faculdade de Agronomia.  
Cáceres, Mato Grosso.  
<http://lattes.cnpq.br/3692696368567512>

#### **Valvenarg Pereira da Silva**

Universidade do Estado de Mato Grosso,  
Faculdade de Agronomia.  
Cáceres, Mato Grosso.  
<http://lattes.cnpq.br/4699841326689779>

#### **Rafhael Felipin Azevedo**

Universidade do Estado de Mato Grosso,  
Faculdade de Agronomia.  
Cáceres, Mato Grosso.  
<http://lattes.cnpq.br/4478780017449638>

#### **Fernando André Silva Santos**

Universidade do Estado de Mato Grosso,  
Faculdade de Agronomia.  
Cáceres, Mato Grosso.  
<http://lattes.cnpq.br/9113031967873778>

#### **Zulema Netto Figueiredo**

Universidade do Estado de Mato Grosso,  
Faculdade de Agronomia.  
Cáceres, Mato Grosso.  
<http://lattes.cnpq.br/3242025063263259>

**RESUMO:** A queima de *turcicum* tem sido alvo de atenção dos produtores, por causar redução da produtividade de grãos na cultura do milho. Apesar disso, as medidas de controle de doenças de plantas mais recomendadas são as preventivas e as ligadas à resistência de planta. Para isso, o presente trabalho avaliou a produtividade de grãos em grupos de cultivares de milho com diferentes níveis de resistência à queima de *turcicum*, no Estado de Mato Grosso, por meio da quantificação dos danos à produção de grãos em função da porcentagem de área foliar afetada pela doença. O experimento foi conduzido na 2ª safra de 2017/18, sob delineamento de blocos ao acaso com 3 repetições e 17 cultivares avaliados em condições naturais de incidência da doença, utilizando a escala diagramática da Agroceres (1996). Pela severidade da doença as cultivares foram discriminadas em classes pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ), que

variaram de altamente resistente a moderadamente susceptível. Foi obtida a correlação fenotípica e a regressão linear das classes de grupos de híbridos da severidade da doença e produtividade de grãos. Portanto, pelas médias da severidade da doença puderam ser observadas reduções drásticas na produtividade potencial das cultivares, indicando a importância do uso da resistência genética no controle dessa doença.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Zea mays* L.; Resistência genética; Doenças Foliare.

## EVALUATION OF MAIZE CULTIVAR RESISTANCE REGARDING EXSEROHILUM TURCICUM CAUSAL AGENT OF TURCICUM LEAF BLIGHT IN THE SOUTHWEST REGION OF MATO GROSSO

**ABSTRACT:** *Turcicum* leaf blight has been the target of attention for farmers, because its can cause reduced grain yield in maize crop. Nevertheless, the most recommended plant disease control measures are preventive and those linked to plant resistance. For this, the present work evaluated the grain yield of groups of maize cultivars with different levels of resistance to *turcicum* leaf blight, in the State of Mato Grosso, by quantifying the damage to grain production as a function of the percentage of leaf area affected by the disease. The experiment was conducted in the 2nd crop of 2017/18 under a randomized block design with 3 replications and 17 cultivars evaluated under natural conditions of disease incidence, using the diagrammatic scale of Agrocere (1996). Due to the severity of the disease, the cultivars were discriminated into classes by the Scott-Knott test ( $p < 0.05$ ) which ranged from highly resistant to moderately susceptible. Phenotypic correlation and linear regression were obtained in the classes of hybrid groups of severity, disease and grain yield. So, the mean severity of the disease could be observed drastic reductions in the potential productivity of cultivars, indicating the importance of the use of genetic resistance in the control of this disease

**KEYWORDS:** *Zea mays* L.; Genetic resistance; Foliar diseases.

### 1. INTRODUÇÃO

O milho é um dos produtos agrícolas cujo plantio é mais disseminado no mundo. No ano de 2018 foram produzidos cerca de 822 milhões de toneladas de milho, contra 734 milhões de trigo e 782 milhões de arroz, segundo a FAO (2020). Este cereal é insumo para a elaboração de produtos direcionados à alimentação humana, alimentação animal, produção de combustíveis e usos industriais.

A importância agrônômica do milho avança junto com a pesquisa científica, que tem conduzido a cultura à melhoria da produtividade, com a introdução de programa de híbridos, no início do século XX, visando principalmente à obtenção de cultivares resistentes para condições de estresses bióticos. Porém, nem sempre é possível resolver todos os problemas de doenças de plantas com resistência e prevenção. Entre estas medidas, a exclusão e a erradicação estarão sempre presentes em todas as culturas, interferindo em vários aspectos, como a escolha do local e da época de plantio, cuidados com a água de irrigação, controle cultural, controle químico e outros (SOUZA & DUTRA, 2003).

As principais doenças da cultura do milho são a mancha-branca, as ferrugens, a cercosporiose, as podridões de espigas e os enfezamentos. Além destas, nos últimos anos algumas doenças como a queima de *turcicum*, considerada de menor importância, tem ocorrido com elevada severidade em algumas regiões produtoras, tendo sua ocorrência restritiva e a severidade muito variável entre os anos.

A queima ou mancha foliar causada por *Exserohilum turcicum*, algumas vezes ainda denominada de helmintosporiose comum, e também conhecida como *northern leaf blight* ou *turcicum leaf blight* está largamente disseminada pelas áreas de cultivo (FANTIN & DUARTE, 2009). Seu agente causal sobrevive em restos de cultura, podendo ocasionar sérias epidemias da doença em áreas de plantio direto em monocultura, se advir de condições ambientais favoráveis. Os sintomas se caracterizam por lesões grandes, que podem crescer rapidamente e coalescer, conferindo à folha um aspecto de queima, que pode passar despercebida pelos produtores por ser confundida com seca natural das folhas, quando ocorre no final do ciclo das plantas.

Para o produtor de milho, a resistência a doenças representa um asseguramento da lucratividade, dispensando o uso de fungicidas em aplicações foliares e minimizando os danos, devido à perda de área foliar fotossintetizante. No entanto, as condições ambientais entre regiões divergentes influenciam na favorabilidade para ocorrência e progresso da doença. Assim, cultivares de potencial produtivo que necessitam de ambientes altamente favoráveis devem deter genes de resistência às principais doenças, para então aproveitar o estímulo ambiental e expressar seu potencial genético (FRITSCHÉ-NETO & BORÉM, 2012).

Devido à grande contribuição nacional da cultura do milho para o mercado econômico e social, o seu cultivo é em praticamente todo território, com 88% da produção concentrada nas regiões Sul (21% da produção), Centro-Oeste (55%) e Sudeste (12%) considerando as 1ª, 2ª e 3ª safras. No estado de Mato Grosso, o milho é cultivado principalmente na 2ª safra e em praticamente todos os municípios, com o propósito principal de produção de grãos. O rendimento médio dessa cultura na 2ª safra de 2019/2020 foi de 6.446 kg/ha (IMEA, 2020). No entanto, em cerca de 21% da área cultivada com milho, no estado, as produtividades médias obtidas pelos produtores variaram de 6.036 a 6.289 kg/ha (IMEA, 2020). Estes níveis de produtividade abaixo da média do estado indicam que muitos produtores têm sérios problemas de gestão tecnológica no cultivo deste cereal, que pode incluir, dentre outros fatores, o uso limitado do monitoramento de doenças no campo.

Aliado a isso, os custos de produção da safra de milho têm sido uma das preocupações dos produtores, apresentando como os maiores da história e para a alta dos preços com fungicidas por hectare (IMEA, 2020). Para o milho, o custo ponderado

total da safra de 2020/2021 será de R\$ 3.325/ha, que está 7,8% superior ao da safra 2019/2020. O custo médio de fungicidas por hectare foi de R\$ 102/ha e para safra 2020/2021 projeta-se um custo de R\$ 126/ha (IMEA, 2020). Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2020), mundialmente, os gastos por ano com fungicidas para a proteção da cultura atingem cerca de US\$ 1 bilhão. Além do custo, a estratégia do uso de fungicidas apresenta inconveniente risco para a saúde humana e ao ambiente.

Devido à grande participação do milho na 2º safra no estado de Mato Grosso, a tendência é ter um aumento da incidência de doenças nos híbridos de milho nas regiões produtoras. Diante disso, foi avaliado cultivares de milho quanto à resistência à queima de *turcicum*, bem como a sua influência sobre a produtividade do milho, através da quantificação de danos à produção de grãos em função da porcentagem de área foliar afetada pela doença.

## 2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na 2º safra de 2017/18 na Fazenda Ressaca do Grupo Nelore Grendene, localizada no município de Cáceres, Mato Grosso (MT), nas coordenadas geográficas de latitude 16°10'05"S, longitude 57°42'06"W e altitude 118 m.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 17 híbridos e 3 repetições, sendo cada parcela constituída por duas linhas de 5 m espaçadas de 1 m entre linhas e 0,20 m entre plantas. Os tratamentos culturais foram de acordo com a necessidade da cultura, não sendo utilizado nenhum tipo de fungicida para controle de doenças na área.

Na tabela 1, estão descritos os híbridos e sua reação à queima de *turcicum*, de acordo com a informação disponibilizada nos portfólios das empresas de sementes.

**Tabela 1.** Descrição dos híbridos comerciais de milho avaliados na safra 2017/18. Cáceres (MT).

Cultivar	Base Genética	Empresa	Queima de <i>turcicum</i>
MG 580 PW	HS	Morgan	MR
MG 600 PW	HS	Morgan	MR
30F53 VYH	HS	Pioneer	R
30F35 VYH	HT	Pioneer	R
AG 8088 VT PRO2	HS	Agrocerec	MT
AG7000 PRO2	HS	Agrocerec	MT
Formula VIP	HS	Syngenta	R
RB 9110 PRO2	HS	Riber	MR
P1680 YH	HS	Pioneer	R
DKB 290 PRO 3	HS	Dekalb	T
DKB 390 PRO 2	HS	Dekalb	T
DKB 230 PRO 3	HS	Dekalb	T
DKB 177 PRO3	HS	Dekalb	T
IAC 8046	HI	IAC	R
IAC 8014	HI	IAC	R
IAC 8333	HI	IAC	R
Al Bandeirante	V	CATI	MR

HS: Híbrido simples; HT Híbrido triplo; HI: Híbrido intervarietal; V: Variedade; MR- medianamente resistente; R- resistente T- tolerante; MT- medianamente tolerante.

As avaliações de severidade da queima de *turcicum* foram feitas nas duas linhas centrais das parcelas, aproximadamente 69 dias após a semeadura das plantas, quando estas se apresentavam no estágio de grãos leitosos. A severidade da doença no experimento foi estimada com auxílio da escala diagramática Agrocerec (AGROCERES, 1993), através de notas de 1 a 9, correspondendo a 0; 1; 2,5; 5; 10; 25; 50; 75 e mais de 75% de área foliar afetada, atribuindo-se uma nota à parcela.

Para a produtividade de grãos (PG) foi obtido o peso em kg dos grãos resultantes da debulha em debulhadora de parcela, do total de espigas da parcela, tomado com auxílio de balança eletrônica. Para correção do estande foi utilizado o método da covariância descrito por VENCOSVSKY & BARRIGA (1992).

Foi realizada análise de variância dos valores de severidade da doença e de produtividade dos híbridos. Obteve-se o coeficiente de correlação fenotípica ( $r$ ) entre a severidade da doença e a produtividade do experimento e a regressão linear. A comparação de médias da severidade foi feita pelo teste Scott-Knott a 5% utilizando o programa Genes (CRUZ, 1997). Para análise, os dados de severidade foram transformados em  $\sqrt{x + 0,5}$ .

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância foram significativas ( $P < 0,01$ ) para o efeito de tratamentos, quanto à severidade de queima de *turcicum* e produtividade de grãos, evidenciando a variabilidade genética dos híbridos comerciais de diferentes empresas quanto à resistência dos materiais à doença avaliada. A precisão experimental avaliada pelo Coeficiente de Variação (CV) foi de 26% e 34%, para severidade de *turcicum* e produtividade, respectivamente. O coeficiente de correlação fenotípica entre severidade e produtividade foi significativo a 1% de probabilidade e de 0,69.

Com relação à severidade de *turcicum* observou-se a moderada incidência da doença foliar no campo. A eficiência na discriminação da resistência está associada a níveis de intensidade de doença suficientes para diferenciar os genótipos. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ) (dados não apresentados). As notas variaram de 1,66 a 5,0 e os híbridos foram agrupados em quatro grupos distintos. Destacou-se o híbrido IAC 8333, pela alta resistência com nota média 1,66. Os seguintes híbridos apresentaram moderada resistência: AI Bandeirante, RB 9110 PRO2, DKB 230 PRO3, DKB 290 PRO3 e 30F35 VHY. Para moderada susceptibilidade, o híbrido AG 8088 PRO2 apresentou a nota 5. No entanto, pode-se observar na Tabela 2, que a produtividade média não foi afetada pela média da incidência da doença, como apresentado pelos híbridos classificados como altamente resistente a moderadamente susceptível. Esses

dados esclarecem que apesar de haver a ocorrência de doença no campo, o híbrido que for resistente à doença, como apresentado pelo portfólio da empresa, este consegue manter às suas funções fisiológicas. Diante disso, pode-se verificar que a produtividade de grãos obtida pelo grupo de cultivares de moderada resistência e susceptibilidade, não foi a total expressa pelo seu potencial de rendimento (Figura 1).

Além disso, a manifestação da resistência ou suscetibilidade da planta ao patógeno, na maioria das vezes, ocorre dentro de uma faixa de variação. Esta variação está sob o efeito de fatores que influenciam o estado fisiológico da planta, afetando a sua predisposição. O estágio de desenvolvimento da planta é um dos fatores. O milho pode manifestar “resistência de planta adulta” às ferrugens, a qual não se manifesta em plantas muito jovens (FANTIN & DUARTE, 2009). Por outro lado, plantas vigorosas podem ser afetadas com maior severidade por patógenos biotróficos, embora também tenham maior tolerância à doença.

De acordo com a literatura, para genótipos de milho e de milho doce, as maiores intensidades de *turcicum* estão associadas a danos de rendimento e, infecções anteriores ao pendoamento das plantas são determinantes para prejuízos elevados (PATAKY, 1992). Assim sendo, acredita-se que os híbridos considerados resistentes não sofram expressivas reduções de rendimento de grãos devido à queima de *turcicum*.

**Tabela 2.** Severidade de queima de *turcicum* e resultados médios da produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>), classificados em classes com base no agrupamento de médias de Scott-Knott a 5% de probabilidade, aplicado às notas de severidade da doença, em experimento conduzido na 2ª safra de 2017/18 no município de Cáceres (MT).

Classes <sup>(1)</sup>	Relação dos híbridos em ordem crescente de severidade das notas	Queima de <i>Turcicum</i> (Notas)	Produtividade de grãos kg ha <sup>-1</sup>	
			média	intervalo
AR	IAC 8333	1,6	1.118	-
R	AI Bandeirante, RB 9110 PRO2, DKB 230 PRO3 e DKB 290 PRO 3	2,3	2.332	1.525 – 3.238
R	30F35 VYH	2,6	2.251	-
MR	30F53 VYH, Formula VIP, MG 600 PW, IAC 8046, IAC 1814, , DKB 390 PRO 2, DKB 177 PRO 3	3	2.977	1.737 – 4.247
MR	MG 580 PW, P1680 YH, AG 7000 PRO2	4	3.224	2.561 – 3.821
MS	AG 8088 PRO2	5	4.967	-

<sup>1</sup>AR = altamente resistente; R = resistente; MR = moderadamente resistente; MS = moderadamente susceptível.

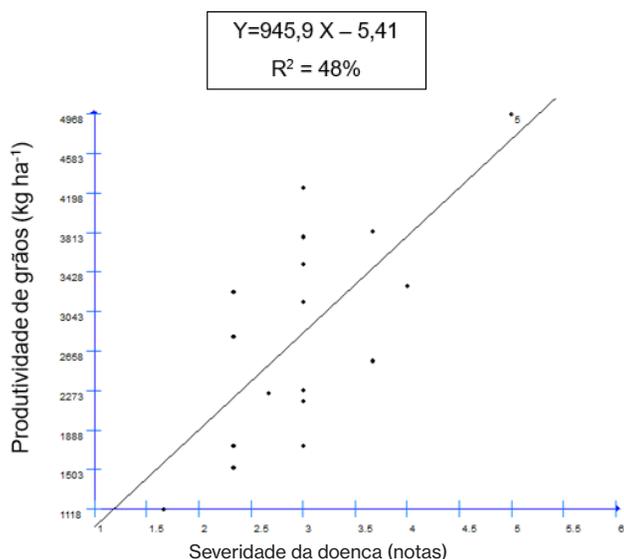
Na safra de 2017/18, o clima favoreceu a ocorrência de doenças foliares em geral, e a queima de *turcicum* foi uma entre as principais doenças relacionadas à redução de produtividade de milho na 2ª safra. Dessa forma, a ocorrência de outras doenças pode ter limitado o desenvolvimento da queima de *turcicum* no estudo. No entanto, foi possível constatar correlação fenotípica significativa do efeito da queima de *turcicum* e a

produtividade dos cultivares de milho. A produtividade média das cultivares com distintos graus de resistência, e a função da severidade média e o valor de determinação, estão apresentados na Figura 1.

Como pode observar na Figura 1 o valor de coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi de 0,48, indicando que 48% da variação da produtividade entre os híbridos são explicadas pelas variações da severidade da queima de *turcicum*. A equação linear ajustada à média, no gráfico da Figura 1, permitiu estimar a redução média da produtividade dos híbridos em função da severidade da queima de *turcicum*, sendo que esta foi, em média, de 152 kg ha<sup>-1</sup> com nota 1,6; de 120 kg ha<sup>-1</sup> com nota 2,0; de 266 kg ha<sup>-1</sup> com nota 2,6; de 146 kg ha<sup>-1</sup> com nota 3,0; de 344 kg ha<sup>-1</sup> com nota 4,0 e de 243 kg ha<sup>-1</sup> com nota 5,0.

Esses resultados indicam que as empresas estão priorizando o potencial produtivo dos cultivares, diminuindo a restrição ao lançamento de novos materiais que não têm resistência múltipla às doenças foliares (FANTIN & DUARTE, 2009). Com isso, houve um aumento da proporção de híbridos para serem indicados para regiões específicas, onde não há ocorrência de doenças às quais o material é susceptível.

Em milho, o controle genético de *E. turcicum* pode ser feito por resistência quantitativa (efeitos gênicos aditivos) e qualitativa (efeitos gênicos não aditivos). OGLIARI et al. (2007) ressaltam que estes dois tipos de resistência podem ser encontrados atuando separadamente, ou em conjunto. Nesse caso, a avaliação da resistência de cultivares torna-se um fator importante quando submetidos a diferentes condições ambientais de cultivo.



**Figura 1.** Produtividade média de classes de resistência de híbridos de milho, agrupados com auxílio do teste Scott-Knott (5%), em função dos valores médios de severidade da queima de *turcicum*, avaliada no estádio de grãos leitosos das plantas, em experimento conduzido na 2ª safra de 2017/18 no município de Cáceres (MT).

Observa-se que a redução da produtividade devida a esta doença é proporcionalmente menor que a encontrada por BERNINI et al. (2020), causada pela mancha de *Cercospora* e ferrugem polissora. Isto pode ser devido ao fato da queima de *turcicum* ter ocorrido tardiamente e estar competindo com outras doenças, e também à característica de rápido crescimento das lesões, as quais puderam ocupar, em pouco tempo, extensas áreas de tecido foliar. Ainda existem várias raças deste fungo, que podem levar a diversos tipos de reação das plantas (WHITE, 2000) e mesmo diferenças de agressividade entre isolados (SASSE, 2008). Além disso, variações na luz e temperatura interferem na expressão dos genes de resistência do milho a este patógeno (CARSON & VAN DYKE, 1994).

A importância desse estudo possibilitou a comparação da produtividade entre grupos de cultivares de milho com diferentes níveis de resistência a queima de *turcicum*, indicando que, em muitos ambientes, estão ocorrendo expressivos danos de produtividade dos híbridos menos resistentes, evidenciando a importância do uso da resistência dos cultivares.

#### 4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo indicam que a moderada severidade da queima de *turcicum* foi expressiva na região de Cáceres (MT) nos últimos anos, e que a partir da média de severidade da doença já podem ser observadas reduções drásticas na produtividade potencial da cultivar, demonstrando a importância do uso da resistência genética no controle da doença.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROCERES. **Guia de sanidade**. 2 ed. São Paulo: Sementes Agroceres, 1996. 72p.

BERNINI, C.S.; ARRUDA, M.J.; PATERNIANI, M.E.Z.G.; BARELLI, M.A.A.; FIGUEIREDO, Z.N. Efeito da severidade de doenças na produtividade em híbridos comerciais de milho em segunda safra. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.9, n.1, p.73-83, 2020.

CARSON, M.L.; VAN DYKE, C.G. Effect of light and temperature on expression of partial resistance of maize to *Exserohilum turcicum*. **Plant disease**, St. Paul, v.78, n.5, p.519-522, 1994.

CRUZ, C.D. **Aplicativo computacional em genética e estatística: programa genes**. Viçosa: UFV, 1997. 442p.

FAO: ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. Food and Agricultural commodities production. 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> Acesso em: 12 set. 2020.

FANTIN, G.M.; DUARTE, A. **Manejo de doenças na cultura do milho safrinha**. Campinas: Instituto Agrônomo, SP. 2009. 99p.

FRITSCHÉ-NETO, R. BORÉM, A. **Melhoramento de plantas para condições de estresses bióticos**. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora, MG, 2012. 240p.

IMEA – INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Relatórios de Mercado. Boletim agrícola 2010/2020 – 28 de Agosto de 2020, nº617. Disponível em: <http://www.imea.com.br/imea-site/relatorios-mercado-detalle?c=3&s=2>. Acesso em: 03 set. 2020.

OGLIARI, J.B. New resistance genes in the Zea mays: *Exserohilum turcicum* pathosystem. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v.28, n.3, p.435-439, 2007.

PATAKY, J.K. Relationships between yield of sweet corn and Northern leaf blight, caused by *Exserohilum turcicum*. *Phytopathology*, St. Paul, v.82, n.3, p.940-943, 1992.

SASSE, S. Caracterização de variedades locais de milho procedentes de Anchieta – S.C. quanto à resistência a *Exserohilum turcicum*. 2008. 88p. Dissertação(Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

WHITE, D.G. **Compendium of Corn Diseases**. 3.ed. St. Paul: American Phytopathological Society, 2000. 78p.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética Biométrica no Fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.

## CAPÍTULO 3

### ATIVIDADE INSETICIDA DE EXTRATOS DE PLANTAS COLETADAS NO CERRADO SOBRE LAGARTAS DE *SPODOPTERA FRUGIPERDA* (J.E. SMITH, 1797)

Data de submissão: 10/09/2020

Data de aceite: 01/12/2020

#### **Danielle Beatriz de Lima**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Campo Grande - Mato Grosso do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/8198061528865977>

#### **Ana Caroline de Sousa Barros**

Centro Universitário de Várzea Grande  
Várzea Grande - Mato Grosso  
<http://lattes.cnpq.br/0888483144515799>

#### **Arielly Lima Padilha**

Universidade Federal do Mato Grosso  
Cuiabá - Mato Grosso  
<http://lattes.cnpq.br/7357033019928816>

#### **Camila Francielli Vieira Campos**

Universidade Federal de Mato Grosso  
Cuiabá - Mato Grosso  
<http://lattes.cnpq.br/2393840477520301>

#### **Elias Leão de Figueiredo**

Universidade Católica Dom Bosco  
Campo Grande - Mato Grosso do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/8840858090811015>

#### **Felipe Henrique de Sousa Mendes**

Universidade Federal de Mato Grosso  
Cuiabá - Mato Grosso  
<http://lattes.cnpq.br/9070388951980124>

#### **Fernando Carvalho de Araújo**

Faculdade de Ciências e Tecnologias de  
Unai-MG  
Unai-Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/2004217835392099>

#### **Júlia Maria Mello Becker**

Universidade Católica Dom Bosco  
Campo Grande - Mato Grosso do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/1647510786622256>

#### **Mariana Moreira Lazzarotto Rebelatto**

Universidade Federal do Mato Grosso  
Cuiabá - Mato Grosso  
<http://lattes.cnpq.br/1633121883201601>

#### **Raphael Daltro Solano**

Universidade Federal de Mato Grosso  
Cuiabá - Mato Grosso  
<http://lattes.cnpq.br/2511229357718122>

#### **Winy Louise da Silva Carvalho**

Universidade Federal de Mato Grosso  
Cuiabá - Mato Grosso  
<http://lattes.cnpq.br/6434410203685167>

**RESUMO:** A lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* é conhecida por ser a principal praga da cultura do milho, prejudicando desde a emergência até a formação da espiga. O surgimento de populações resistentes aos produtos químicos sintéticos faz com que haja a necessidade do aumento de aplicações destes, causando impactos ambientais, prejudicando a saúde do trabalhador, além de elevar o custo de produção. A utilização de plantas como alternativa inseticida tem sido cada vez mais aprimorada, tendo em vista o potencial seletivo e menor poder residual de inseticidas botânicos. Por serem foto e termo degradáveis e pela complexidade de suas moléculas, há a observação da diminuição

dos efeitos adversos ao meio ambiente e ao aplicador, espera-se considerável diminuição de resistência pelos insetos por seus princípios ativos, comparados às aplicações dos inseticidas sintéticos. Por meio da presente pesquisa objetivou-se analisar o potencial inseticida da *Simarouba versicolor* (St. Hil.) (Simaroubaceae) sobre a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Noctuidae). O experimento consistiu em três tratamentos como extrato etanólico de folhas e caule da *S. versicolor* adicionados a dieta artificial, em diferentes concentrações, sendo elas: 0,1%, 0,5% 1% e testemunha (somente dieta). Todas as *S. frugiperda* alimentadas com dieta artificial no grupo Controle, sem adição do extrato, foram viáveis e se tornaram pupas, entretanto foi observado nos tratamentos com lagartas alimentadas com dieta que continha 1% do extrato etanólico das folhas e do caule da *S. versicolor* mortalidade larval total. Já nas concentrações de 0,10% e 0,50% houve um efeito deletério com aumento da fase larval em comparação com a testemunha. Os resultados demonstraram que *S. versicolor* tem potencial inseticida, pois ocasiona problemas no desenvolvimento com alongamento e consequente redução da viabilidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** inseticidas botânicos; plantas inseticidas; lagarta-do-cartucho; *Simarouba versicolor*; controle de pragas agrícolas.

#### INSECTICIDE ACTIVITY OF EXTRACTS FROM PLANTS COLLECTED IN THE CERRADO ON CATERPILLARS OF *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797)

**ABSTRACT:** Cartridge caterpillar *Spodoptera frugiperda* is known to be the main pest in maize culture, damaging from emergence to ear formation. The emergence of populations resistant to synthetic chemicals means that there is a need to increase their applications, causing environmental impacts, harming workers' health, in addition to raising production costs. The use of plants as an insecticide alternative has been increasingly improved, in view of the selective potential and less residual power of botanical insecticides. Because they are photo and term degradable and due to the complexity of their molecules, there is an observation of the reduction of adverse effects to the environment and to the applicator, it is expected a considerable decrease in resistance by insects due to their active principles, compared to the applications of synthetic insecticides. The aim of this research was to analyze the insecticidal potential of *Simarouba versicolor* (St. Hil.) (Simaroubaceae) on the cartridge caterpillar, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Noctuidae). The experiment consisted of three treatments such as ethanolic extract of leaves and stem of *S. versicolor* added to the artificial diet, in different concentrations, namely: 0.1% 0.5% 1% and control (diet only). All *S. frugiperda* fed an artificial diet in the Control group, without the addition of the extract, were viable and became pupae, however it was observed in treatments with caterpillars fed with a diet that contained 1% of the ethanolic extract of the leaves and stem of *S. versicolor* total larval mortality. At concentrations of 0.10% and 0.50%, there was a deleterious effect with an increase in the larval phase compared to the control. The results showed that *S. versicolor* has an insecticidal potential, as it causes development problems with elongation and consequent reduction in viability.

**KEYWORDS:** botanical insecticides; insecticidal plants; cartridge caterpillar; *Simarouba versicolor*; agricultural pest control.

## INTRODUÇÃO

A cultura do milho *Zea mays* L. (Poaceae) em primeira e segunda safra está distribuída em todo o território brasileiro, tendo impacto social e econômico relevante no país. A estimativa da primeira safra do milho no Brasil em 2017/2018, até o mês de agosto do ano de 2018, foi de 960,2 mil toneladas, já a da segunda safra é em média, 55,775 toneladas, segundo a Conab.

O milho sofre ataque de diversas pragas desde o plantio até a colheita as quais danificam as raízes, colmos, folhas e espigas. Entre aquelas que atingem o nível de dano econômico alto, destaca-se a lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), sendo considerada a mais prejudicial, devido ao ataque na cultura tanto na fase vegetativa quanto na reprodutiva (ROSA; BARCELOS, 2012).

De acordo com Costa et al., (2005) o controle de *S. frugiperda* na cultura do milho, tem sido realizado principalmente, por meio do uso de inseticidas sintéticos. Inseticidas químicos nem sempre são eficientes, podem acarretar diversos problemas, tais como: resíduos em alimentos, eliminação de inimigos naturais, intoxicação dos aplicadores, seleção de populações de pragas resistentes aos mesmos, entre outros efeitos diretos e indiretos (DIEZ-RODRIGUEZ & OMOTO, 2001).

Sendo assim se comprova a necessidade de estudos com inseticidas naturais, pois já são conhecidos compostos que apresentam impacto ambiental reduzido com ausência de resíduos nos alimentos, ausência de efeitos prejudiciais sobre organismos benéficos e o não aparecimento de resistência (MIGLIORINI et al., 2009).

Os derivados extraídos de plantas com atividade inseticida podem causar diversos efeitos sobre os insetos, tais como repelência, inibição de oviposição e da alimentação, alterações no sistema hormonal, causando distúrbios no desenvolvimento, deformações, infertilidade e mortalidade nas diversas fases (MARTINEZ & EMDEN, 2001).

Diante dos nichos de mercado de produtos mais limpos e seguros, os extratos de origem vegetal têm se constituído em uma opção bastante promissora para o controle de insetos-praga, uma vez que se enquadram nos preceitos dos programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) e das normas das empresas certificadoras da produção orgânica (LIMA et al., 2008; ISMAN et al., 2011; ZANARDI et al., 2015).

Espécies da Família botânica Simaroubaceae (LORENZI, 1998), têm potencial inseticida (COELHO et al., 2009) o que motivou a escolha da espécie *Simarouba versicolor* para estudo. A *S. versicolor* é uma planta semidecídua, heliófita, xerófila, característica de Cerrados e Caatinga. Sendo encontrada desde o Nordeste até o Estado de São Paulo e em algumas áreas de Mato Grosso do Sul e Pará (MESQUITA, 1997; LORENZI, 1998).

Segundo Mesquita (1997), é conhecida popularmente como Caraíba, Mata-cachorro, Mata-menino, Paparauba, Paraíba, Pau-caixeta, Pauparaiba, Pe-de-perdiz, Perdiz, Pitombeira-de-marajo e Simaruba-do-brasil. No Pantanal sul-mato-grossense, é conhecida por “perna de perdiz” e, no Cerrado, por “estraquinina”, conforme mencionado por pecuaristas da região (LEMOS, 2012). Segundo Fernandes (2004) os frutos e a casca são usados como anti-helmíntico e a infusão da casca tem efeito antipeçonhento. A casca, por possuir um sabor amargo, evita o ataque dos insetos.

De extratos de raízes, talos, folhas, frutos, caule e galhos de *S. versicolor*, foram isoladas diversas substâncias como quassinoides, alcaloides, triterpenoides, esteróis, cumarinas e flavonoides (GHOSH et al., 1977; ARRIAGA et al., 2002; SIMOTE, 2006). Destas substâncias, sabe-se que suas atividades biológicas estão relacionadas a ação antileucêmica (POLONSKY, 1985), amebicida (ALMEIDA et al., 2007), inseticida (ARRIAGA et al., 2002), antimalárica (O'NEILL et al., 1988), anti-inflamatória (RAJIC et al., 2000) e imunossupressora (HOULT et al., 1996).

Desta forma, objetivou-se por meio desta pesquisa avaliar o potencial inseticida dos extratos etanólicos das folhas e do caule de *S. versicolor* sobre as características biológicas de *S. frugiperda*.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Coleta do Material Vegetal

As amostras da planta, foram coletadas na fazenda escola da Universidade Católica Dom Bosco, no município de Campo Grande, em Mato Grosso do Sul (latitude 20° 23' 18.9 S e longitude 54° 36' 16.6 W).

### Obtenção dos extratos de *S. versicolor*

Foram coletadas folhas e caules de *S. versicolor*, posteriormente foram selecionados a partir da exclusão de folhas velhas e/ou danificadas, higienizadas e submetidas à secagem em estufa, com circulação de ar à temperatura de 45 °C, em seguida os materiais foram reduzidos em moinho elétrico, e armazenados em frasco de vidro âmbar hermeticamente fechado e rotulados. O vegetal reduzido foi submetido a preparo do extrato etanólico por maceração na proporção de 1 g de material vegetal para 25 mL de solvente. Após filtração, o solvente foi removido em evaporador rotatório, obtendo-se o extrato bruto correspondente.

### Bioensaios com lagartas de *S. frugiperda*

Os ensaios foram desenvolvidos no laboratório de Entomologia da Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil, segundo a metodologia adaptada de Giolo et al. (2002) e Busato et al. (2005).

As lagartas de *S. frugiperda* utilizadas nos experimentos foram provenientes de criação de laboratório. Para a montagem dos experimentos, foram utilizadas lagartas de três dias. A dieta artificial escolhida para estudar os efeitos das partes da planta na biologia da *S. frugiperda* foi a dieta de Greene et al (1976) adaptada de Parra et al. (2001).

Os tratamentos foram: extrato etanólico de caules e folhas a 0,10%, 0,50%, 1%. A incorporação do extrato foi realizada ao final do preparo de cada dieta correspondente a concentração desejada. À dieta com o extrato diminuiu o volume de água destilada (550ml) da dieta artificial, pois 50ml foi usado para diluir o extrato. Como testemunha utilizou-se de dieta sem a adição dos extratos de *S. versicolor*.

Os tubos foram preenchidos com a dieta artificial (com e sem tratamento) em 1/3 do volume do tubo. Estes foram esterilizados em câmara de esterilização e cobertos com filme de PVC. No dia seguinte as larvas de dois dias foram inoculadas nos respectivos tubos e lacrado com algodão hidrófobo, de acordo com metodologia de Parra (2001). Cada tratamento constou de 50 repetições, sendo que cada repetição consistiu de uma lagarta por tubo. Os tubos com as larvas inoculadas foram colocados na posição vertical com o algodão voltado para baixo, em estantes e colocadas sob a bancada do laboratório.

As avaliações foram realizadas diariamente, observando-se os seguintes parâmetros: mortalidade e duração larval, pupal e peso pupal.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância através do programa Sisvar.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos tratamentos em que se adicionou extrato etanólico do caule da *S. versicolor*, observou-se mortalidade de 10% na concentração de 0,10%, 58% na concentração de 0,50% e mortalidade de 100% na concentração 1%, enquanto na testemunha não ocorreu mortalidade na fase larval. Nos tratamentos onde houveram lagartas sobreviventes, 0,10% e 0,50% observou-se efeito deletério com alongamento da fase, com 39,02 dias e 36 dias respectivamente, para o tratamento com o caule, enquanto na testemunha diferente significativamente com em média 22,96 dias. Apenas os tratamentos testemunha e 0,10% obtiveram pupa desenvolvida apresentando semelhança estatística entre os pesos e duração da fase. Devido a mortalidade total das larvas expostas à concentração de 1% não apresentaram períodos de duração larval, duração pupal e peso de pupa (Tabela 1).

**Tabela 1.** Tempo médio ( $\pm$  EP) (dias) de duração da fase larval e fase pupal, mortalidade larval e peso de pupa de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com dieta artificial acrescida de extrato etanólico do caule de *S. versicolor*, mantidas em temperatura de  $26\pm 1^\circ\text{C}$ , fotofase de 14 horas, UR  $70\pm 15\%$

Tratamento	Mortalidade larval (%)	Duração fase larval (dias)	Duração fase pupal (dias)	Peso de pupa (g)
0,10%	10 b	39,02 a	5,88 a	0,1743 a
0,50%	58 c	36,00 a	-	-
1%	100 d	-	-	-
Testemunha	0 a	22,96 b	7 a	0,2400 a
CV%	0	14,85	14,34	23,76

\* Valores seguidos pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Nos tratamentos em que se adicionou extrato etanólico da folha da *S. versicolor*, observou-se mortalidade de 54% na concentração de 0,10%, 64% na concentração 0,50%, 100% na concentração de 1%, enquanto na testemunha não houve mortalidade na fase larval. Nos tratamentos onde houve lagartas sobreviventes, 0,10% e 0,50% observou-se efeito deletério com alongamento da fase, com 30,03 dias e 20,02 dias respectivamente para o tratamento com a folha, enquanto na testemunha diferente significativamente com 22,96 dias. Apenas os tratamentos testemunha e concentração de 0,10% tiveram o desenvolvimento de pupa tendo a duração larval semelhante estatisticamente. Não foram observadas diferenças estatísticas entre o peso de pupa (Tabela 2).

**Tabela 2.** Tempo médio ( $\pm$  EP) (dias) de duração da fase larval e fase pupal, mortalidade larval e peso de pupa de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com dieta artificial acrescida de extrato etanólico da folha de *S. versicolor*, mantidas em temperatura de  $26\pm 1^\circ\text{C}$ , fotofase de 14 horas, UR  $70\pm 15\%$

Tratamento	Mortalidade larval (%)	Duração fase larval (dias)	Duração fase pupal (dias)	Peso de pupa (g)
0,10%	54 b	30,03 b	5 a	0,2030 a
0,50%	64 c	29,02 b	-	-
1%	100 d	-	-	-
Testemunha	0 a	22,96 a	7 a	0,2400 a
CV%	0	13,92	18,13	18,50

\*Valores seguidos pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Isso confirma que quanto maior a concentração do extrato, tanto do caule como da folha de *S.versicolor*, maior o efeito inseticida sobre a *S.frugiperda*, sendo um dos efeitos relatados, o aumento de sua duração larval.

Todas as lagartas alimentadas com dieta artificial sem extrato, testemunha, sobreviveram e se tornaram pupas, mantendo a média do período de fase larval (22,96 dias). Entretanto, notou-se nos grupos em tratamento, tanto com extrato do caule como da folha, que quanto maior a concentração testada, menor a viabilidade da fase larval da lagarta de forma crescente, observando-se que o extrato do caule teve um maior alongamento da fase larval (39,02 dias) quando comparado ao extrato da folha (30,03 dias) na concentração de 0,10%.

Os resultados evidenciaram que *S. versicolor* tem potencial inseticida após ingestão na fase larval, pois ocasiona alongamento ou anulação da fase larval e consequente redução da viabilidade da mesma.

A inibição de crescimento e o alongamento da duração larval são devido à reduzida ingestão de alimentos e pouca habilidade da conversão de nutrientes em crescimento. Enquanto o alongamento da duração da fase larval se verifica em geral pela existência de um inibidor ou vários inibidores no alimento, ou uma inadequação nutricional do substrato alimentar (MARTINEZ & EMDEN, 2001).

Quanto a comparação dos dois tipos de extratos de folhas e de caule, nota-se diferenças nos efeitos sobre a biologia do inseto. Desta forma, nota-se a relevância do extrato etanólico do caule e das folhas da planta diretamente no alongamento da fase larval e sua viabilidade, sendo que quanto maior a concentração do extrato utilizado, maior o efeito inseticida deste. Os resultados encontrados, além de muito promissores, demonstram um potencial muito grande da utilização do extrato da *S. versicolor* como inseticida.

## CONCLUSÃO

O extrato etanólico do caule da *S. versicolor* provoca efeito adverso no desenvolvimento de *S. frugiperda*, pois provoca alongamento da fase larval e mortalidade larval de 100% na concentração de 1% comparado ao extrato etanólico das folhas da *S. versicolor* que da mesma forma demonstrou mortalidade total nas mesmas concentrações. Portanto, os extratos do caule e da folha possui atividade larvicida em relação a *S. frugiperda*, causando mortalidade da lagarta e interferindo em seu ciclo evolutivo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M.M.B.; ARRIAGA, A.M.C.; SANTOS, A.K.L.; LEMOS, T.L.G.; BRAZ-FILHO, R.; VIEIRA, I.J.C. **Ocorrência e atividade biológica de quassinóides da última década**. Química Nova, São Paulo, v.30, p.935-951, 2007.

ARRIAGA, A.M.C.; MESQUITA A.C.; POULIQUEN Y.B.M.; De LIMA R.A.; CAVALCANTE S.H.; CARVALHO M.G.; SIQUEIRA J.Á.; ALEGRIO L.V.; **Chemical constituents of Simarouba versicolor**. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v.74, n.3, p.415-24, 2002.

BUSATO, G.R.; GRÜTZMACHER, A.D.; GARCIA, M.S.; GIOLO, F.P.; ZOTTI, M.J.; STEFANELLO, J.G.J. **Biologia Comparada de Populações de Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em Folhas de Milho e Arroz**. Journal Neotropical Entomology, v.34, n.5, p.743-750, 2005.

(CONAB) **Acompanhamento safra brasileira de grãos**, v. 10 Safra 2017/18 - Décimo levantamento, Brasília, p. 1-178, julho 2018.

COELHO A.A.M.; PAULA J.E.; ESPÍNDOLA L.S. **Insecticida lactivity of cerrado plan textractson Rhodnius milesi Carcavallo, Rocha, Galvão & Jurberg (Hemiptera: Reduviidae), under laboratory conditions**. Neotropical Entomology 35 n. 1, p. 133-138, 2009.

COSTA, M.A.G. et al. **Eficácia de diferentes inseticidas e de volumes de calda no controle de *Spodoptera frugiperda* nas culturas do milho e sorgo cultivados em várzea.** *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1234-1242, 2005.

DIEZ-RODRIGUEZ, G.I.; OMOTO, C. **Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (*Lepidoptera: Noctuidae*) a lambda-cialotrina.** *Neotropical Entomology*, Londrina, v.30, p.311-316, 2001.

FERNANDES, M.Z.L.C.M. et al. **Determinação da toxicidade aguda da *Simarouba versicolor* em camundongos.** *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v.6, n.2, p.44-7, 2004.

GHOSH PC, LARRAHONDO JE, LE QUESNE PW, RAFFAUF RF. **Antitumor Plants.IV. Constituents of *Simarouba versicolor*.** *Journal Natutal Product*, v. 40, p.364-369, 1977

GIOLO, F.P.; GRÜTZMACHER, A.D.; GARCIA, M.S.; BUSATO. G.R.1 **Parâmetros biológicos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (*Lep.: Noctuidae*) oriundas de diferentes localidades e hospedeiros.** *Revista Brasileira de Agrociência*, v.8, p. 3, p.219-224, 2002.

HOULT JRS, PAYÁ M. **Pharmacological and biochemical actions of simple coumarins: naturalproducts with therapeutic potential.** *General Pharmacology*, v. 27, p.713-722, 1986.

ISMAN MB, MIRESMAILLI S, MACHIAL C. **Commercial opportunities for pesticides based on plant essential oils in agriculture, industry and consumer products.** *Phytochem Reviews*, v.10, p. 197-204, 2011.

LEMONS, R.A.A. **Comunicação pessoal, Intoxicação espontânea e experimental por *Simarouba versicolor* (*Simaroubaceae*) em bovinos.** Apresentação oral, ENDIVET 2012. Porto Alegre-RS de 23 a 27 de outubro 2012.

LIMA, J.F.M.; GRÜTZMACHER, A.D.; CUNHA, U.S.; PORTO, M.P.; MARTINS, J.F.S.; DALMAZO, G.O. **Ação de inseticidas naturais no controle de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (*Lepidoptera: Noctuidae*) em milho cultivado em agroecossistema de várzea.** *Ciência Rural*, v. 38, p. 607-613, 2008.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil.** Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2v, 1998.

MARTINEZ, S.S.; EMDEN, H.F.V.A.N. **Redução do crescimento, deformidades e mortalidade *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (*Lepidoptera: Noctuidae*) causadas por *Azadiractina*.** *Neotropical Entomology*, v.30. p. 113-125, 2001.

MESQUITA, A.G. **Contribuição ao conhecimento químico de plantas do Nordeste do Brasil: *Simarouba versicolor* (*Simaroubaceae*).** Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Química Orgânica da Universidade Federal do Ceará: Fortaleza, 119f, 1997.

O'NEILL, M. J.; BRAY, D. H.; BOARDMAN, P.; WRIGHT, C. W.; PHILLIPSON, J.D.; WARHURST, D.C.; GUPTA, M. P.; CORRYA, M.; SOLIS, P. **Plants as sources of antimalarial drugs, part 6: activities of *Simarouba amara* fruits.** *Journal of Ethnopharmacology*, v. 22 n.2, p. 183-190, 1988.

PARRA JRP. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico.** Piracicaba, Fealq, 2001. 134p.

POLONSKY J. Quassinoid bitter principles II. **In Fortschritte der Chemie organischer Naturstoffe/ Progress in the Chemistry of Organic Natural Products.** Springer Vienna, p. 221-264. 1985

RAJIC, A.; KWERFIO-OKAI, G.; MACRIDES, T.; SANDEMAN, R.; CHANDLER, D.; POLYA, G. **Inhibition of Serime Proteases by Anti-inflammatory Triterpenoids.** *Planta Medica*, v.66, p. 206-210, 2000

ROEL A.R. **Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o desenvolvimento rural sustentável.** Interações v.1, p.43-50, 2001

ROSA, A.P.S.A.; BARCELOS, H.T. **Bioecologia e controle de Spodoptera frugiperda em milho.** Brasília: Embrapa Clima Temperado, p.30, 2012.

SIMOTE, S.Y. **Estudo Fitoquímico de Helietta puberula (Rutaceae), Simarouba versicolor (Simaroubaceae)** e Busca de um Processo de Microencapsulação de Compostos Ativos, visando o Controle de Formigas Cortadeiras. 2006. 200 p. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2006

ZANARDI, O.Z.; RIBEIRO, L.P.; ANSANTE, T.F.; SANTOS, M.S.; BORDINI, G.P.; YAMAMOTO, P.T.; VENDRAMIM, J.D. **Bioactivity of a matrine-based biopesticide against four pest species of agricultural importance.** Crop Protection, v. 67, p.160-167, 2015.

## CAPÍTULO 4

### AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE CULTIVARES DE MILHO CONVENCIONAIS E TRANSGÊNICAS NAS REGIÕES NORTE E OESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

Data de submissão: 14/09/2020

Data de aceite: 01/12/2020

#### **Fernando Bergantini Miguel**

Pesquisador, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Colina SP  
fernando.bergantini@sp.gov.br  
<http://lattes.cnpq.br/1631087816794706>

#### **Aildson Pereira Duarte**

Pesquisador, Instituto Agronômico de Campinas SP  
aildson@iac.sp.gov.br  
<http://lattes.cnpq.br/4748708351800348>

#### **Rogério S. Freitas**

Pesquisador Instituto Agronômico de Campinas SP  
freitas@iac.sp.gov.br  
<http://lattes.cnpq.br/9645471530092214>

#### **Ivana Marino Bárbaro - Torneli**

Pesquisador, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Colina, SP  
ivana.torneli@sp.gov.br  
<http://lattes.cnpq.br/3597558598422640>

#### **Marcelo Ticelli**

Pesquisador, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Tatuí, SP  
mticelli@iac.sp.gov.br

**RESUMO:** “Mais de 90% da área de milho no Brasil utiliza a tecnologia de transgenia”, mas devido a quebra da resistência à pragas e aumento expressivo do preço das sementes,

faz-se necessário a comparação econômica entre materiais transgênico e convencional. Objetivou-se estudar os custos de produção e a rentabilidade da cultura do milho empregando cultivares convencionais e transgênicas na região Norte e Oeste de SP. Foram utilizados os dados médios de produtividade obtidos em ensaios regionais de cultivares de milho em cinco locais, composto por 15 cultivares convencionais e 17 transgênicas. Com o teste de Tukey a 5%, as cultivares foram alocadas em três grupos, classificados em alta, média e baixa produtividade. As estruturas de custo envolveram custo operacional efetivo (COE), e indicadores econômicos. Verificou-se que nos grupos de alta e média produtividades, os COEs por hectare para o transgênico foi superior ao do convencional e, pelo fato da média da produtividade de ambos terem sido equivalentes, o índice de lucratividade do convencional foi maior que o transgênico. No grupo com baixa produtividade, as transgênicas produziram mais, e mesmo assim os índices de lucratividade foram muito próximos (59,30% no transgênico e 58,03% no convencional). A maior diferença percentual no COE ocorreu no item semente. A variação do custo de produção por saca de milho no convencional foi de R\$ 16,31 (alta), R\$17,99 (média) e R\$ 20,53 (baixa) e no transgênico R\$ 17,66 (alta), R\$ 19,51 (média) e R\$ 19,91 (baixa). Conclui-se, nas

condições do presente estudo, que não houve diferença estatística entre as cultivares transgênicas e convencionais em termos de custo efetivo de produção.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Zea mays* L., produtividade de grãos, custo de produção, lucratividade e cultivares

**ABSTRACT:** “More than 90% of the corn crop area in Brazil uses transgenics technology,” but due to the breakdown of the pest resistance and significant increase in the price of seeds, it is necessary to make an economic comparison between transgenic and conventional cultivars. The objective of this paper is to evaluate the costs of production and profitability of the corn crop using conventional and transgenic cultivars in the North and West of São Paulo. The average grain yield data obtained in regional trials of corn cultivars in five locations were used, composed of 15 conventional and 17 transgenic cultivars. With the Tukey test at 5%, the cultivars were allocated into three groups, classified as high, medium and low grain yield. The cost structures involved effective operating cost (EOC) and economic indicators. The results showed that in the high and medium grain yield groups, the EOCs per hectare for the transgenic was higher than the conventional and, because the average grain yield of both were equivalent, the profitability index of the conventional was higher than the transgenic. In the group with low grain yield, the transgenic produced more, and even so the profitability indexes were very close (59.30% in the transgenic and 58.03% in the conventional). The biggest percentage difference in EOC occurred in the seed item. The variation in the cost of production per bag of corn in the conventional was R \$ 16.31 (high), R \$ 17.99 (average) and R \$ 20.53 (low) and in the transgenic R \$ 17.66 (high), R \$ 19.51 (average) and R \$ 19.91 (low). Under the conditions of the present paper it can be concluded that there was no statistical difference between the transgenic and conventional cultivars in terms of effective cost of production.

**KEYWORDS:** *Zea mays* L., grain yield, cost of production, profitability and cultivar

## 1. INTRODUÇÃO

A semente é o principal insumo de uma lavoura e a escolha adequada da mesma deve merecer toda atenção do produtor para ser bem-sucedido em seu empreendimento. De acordo com dados obtidos diretamente das empresas produtoras de sementes de milho, para uso na safra 2015/16, foram disponibilizadas 477 cultivares de milho, sendo 284 cultivares transgênicas e 193 cultivares convencionais (Cruz et al., 2016).

Mesmo com muitas opções na escolha de cultivares, “mais de 90% da área de milho é cultivada com cultivares transgênicas”. Devido a quebra da resistência à lagarta-do-cartucho da maioria das tecnologias Bt e aumento expressivo do preço das sementes tem aumentado o interesse pelo cultivo do milho convencional, mas são poucos os estudos econômicos para embasar a escolha do tipo de cultivar.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o custo de produção e a rentabilidade da cultura do milho empregando cultivares de milho convencionais e transgênicas nas regiões Norte e Oeste do estado de São Paulo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios regionais de cultivares de milho IAC/APTA/CATI/Empresas foram instalados na safra de verão 2015/16 (primeira safra), nos municípios de Colina com altitude 580m, solo LVe<sup>1</sup>, semeadura em 27/11/2015 e colheita em 19/04/2016; Riolândia com 420m, LVdf<sup>2</sup>, 11/12/2015 e 07/04/2016; Votuporanga com 480m, LVe, 30/11/2015 e 09/05/2016; Ituverava com 631m, LVdf, 25/11/2015 e 02/05/2016 e Adamantina com 450m, LVe 02/12/2015 e 15/05/2016. Em todos os locais ocorrem precipitação pluviométrica adequada a cultura. Para o presente trabalho foi utilizada a média da produtividade de grãos da análise conjunta de todos os ensaios.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. As parcelas experimentais foram compostas por quatro fileiras de cinco metros espaçadas em 0,8 m, utilizando as duas fileiras centrais como área útil onde avaliou-se a produtividade de grãos.

Foram avaliados 32 cultivares, sendo 15 convencionais: JM 2M60, JM 3M51, JM 2M77, JM 2M80, 60XB14, IAC 9007, IAC 8046, 20A78, XB 8018, IAC 8390, IAC 8077, AL Avaré, AL Paraguaçu (2013), AL Bandeirante e AL Piratininga e 17 transgênicas: MG 652 PW, AG 8088 PRO2, 2B610 PW, MG 699 PW, MG 580 PW, DKB 310 PRO2, 2B 810 PW, 2B 587 PW, 30A37 PW, BG 7037 H, AS 1633 PRO2, DKB 290 PRO3, Status VIP3, AG 8780 PRO3, AG 8677 PRO2, DKB 390 PRO2 e DKB 177 RR.

Na maioria dos locais foi empregado o preparo convencional do solo. Na adubação de plantio foi aplicado 370 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 8-28-16, e duas adubações de cobertura, sendo que na primeira com a fórmula 20-5-20 e a segunda com sulfato de amônio, nas doses de 330 kg ha<sup>-1</sup>. As sementes foram tratadas com o inseticida Tiametoxam (Cruizer) contra pragas do solo. A população inicial foi de 62.500 plantas por hectare. Foram também realizadas a aplicação de herbicida Glifosato na dose de 1,0 L/100 L de H<sub>2</sub>O em pré-semeadura e Primestra Gold na mesma dosagem em pré-emergência de plantas daninhas, evitando a mato competição durante o período crítico da cultura. As pulverizações com inseticidas foram realizadas da seguinte maneira: duas aplicações nas cultivares convencionais e uma para as transgênicas, com o uso dos inseticidas Pirate, 0,500 L ha<sup>-1</sup> e Prêmio 0,130L ha<sup>-1</sup> na primeira pulverização e Cepermetrina 0,100L ha<sup>-1</sup> e Turbo 0,100L ha<sup>-1</sup> na segunda. A produtividade de grãos em sacas.ha<sup>-1</sup> foi corrigida para a umidade de 13%.

A metodologia para determinação de custos foi baseada em Matsunaga et al. (1976), dessa forma, o custo operacional efetivo (COE) constitui o somatório das despesas com mão de obra, máquinas, equipamentos, insumos e pós-colheita.

<sup>1</sup> LVe Latossolo vermelho escuro

<sup>2</sup> LVdf Latossolo vermelho distroférricos

Foram determinados também os custos e lucros unitários, segundo Martin et al. (1998), sendo os seguintes indicadores para a análise de viabilidade econômica: 1) Margem bruta sobre o COE = Margem Bruta (COE): é a margem em relação ao custo operacional efetivo (COE), isto é, o resultado que sobra após o produtor pagar o custo operacional efetivo considerando determinado preço unitário de venda e o rendimento do sistema de produção para a atividade. Simplificando, tem-se: Margem Bruta (COE) =  $[(RB - COE) / COE] \times 100$  onde: RB = Receita Bruta; COE = Custo Operacional Efetivo; 2) Ponto de Nivelamento (COE) =  $COE / Pu$  (preço médio unitário recebido). Este indicador mostra, dado o preço de venda e o rendimento do sistema de produção considerado por atividade, quanto está custando à produção em unidades do produto e, se comparado ao rendimento, quantas unidades de produto estão sobrando para remunerar os demais custos; 3) Lucro Operacional (LO): constitui a diferença entre a receita bruta e o custo operacional efetivo por hectare e mede a lucratividade da atividade no curto prazo, mostrando as condições financeiras e operacionais da atividade agropecuária; 4) Índice de Lucratividade (IL): esse indicador mostra a relação entre o lucro operacional (LO) e a receita bruta, em percentagem. É uma medida importante de rentabilidade da atividade agropecuária, uma vez que mostra a taxa disponível de receita da atividade, após o pagamento de todos os custos operacionais efetivos.

Para determinação dos custos e dos indicadores econômicos, foram utilizados os resultados de produtividade obtido para as cultivares convencionais e transgênicas, estabelecendo três grupos de cultivares a partir da comparação de médias pelo teste Tukey a 5%. O primeiro grupo foi composto pelas cultivares de elevada produtividade com média de 9.751 kg ha<sup>-1</sup>, (JM 2M60, MG652 PW, AG 8088 PRO2, 2B610 PW, MG699PW, MG 580 PW, DKB 310PRO2, 2B810 PW, 2B587 PW, 30A37 PW, BG 7037 H , AS 1633 PRO2, DKB 290PRO3, JM 3M51 e JM 2M77 o segundo representado por cultivares de média produtividade com 8.875 kg ha<sup>-1</sup>, (Status VIP3, AG 8780 PRO3, JM 2M80, XB 6014, IAC 9007, IAC 8046, AG8677PRO2, 20A78, XB 8018 e DKB 390 PRO2 e o terceiro com as cultivares que apresentaram os menores valores de produtividade com média de 7.550 kg ha<sup>-1</sup> (baixa), fato já esperado que a maioria dos materiais genéticos são variedades (DKB 177 RR, IAC 8390, IAC 8077, AL Avaré, AL Paraguaçu (2013), AL Bandeirante e AL Piratininga) Assim, tanto na produtividade quanto no preço das sementes, adotaram-se as médias das referidas faixas ou grupos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a viabilidade da utilização do melhor híbrido, não basta apenas a avaliação da produtividade física, devendo ser agregada a análise econômica, por que estas variáveis

são fundamentais à tomada de decisão de produtores e técnicos. Pelos resultados (**Tabela 1**), verificou-se que no grupo de alta produtividade, o COE, por hectare, para o transgênico foi 8,6% superior ao do convencional. No entanto, pelo fato da média da produtividade de transgênicos e convencionais terem sido equivalentes estatisticamente, o índice de lucratividade do convencional foi maior que o transgênico (66,65% e 63,88%) (**Tabela 2**). No grupo de média produtividade, o cenário se repetiu, produtividades iguais, com o índice de lucratividade do convencional sendo superior ao transgênico (63,21% e 60,10%) (**Tabelas 1 e 2**). O preço médio das sementes do grupo de alta produtividade:foi de R\$ 493,04 (trans) e R\$ 190,00 (conv),no grupo de média:produtividade foi de R\$524,42 (trans) e R\$ 197,70 (conv) e de baixa produtividade foi de R\$349,00 (trans) e R\$91,67 (conv),o que nos mostra uma semelhança entre os valores nos níveis de alta e média produtividade, tanto para transgênicos como para convencionais. Logo a escolha da cultivar adaptada regionalmente resulta em aumento de produtividade sem acréscimo de custo do item sementes, assegurando aumento da lucratividade.

De acordo com Carvalho et al. (2010) a transgenia tem como maiores efeitos, em termos econômicos, a redução dos custos e a diminuição das perdas causadas por fatores bióticos que atuam no meio ambiente onde essas culturas são cultivadas. Os ganhos dos cultivos de organismos geneticamente modificados (OGM) são derivados da redução do custo de uso de defensivos e pelo aumento da produtividade causada pelo controle da infestação de pragas. No entanto, devido a quebra da resistência da lagarta-do-cartucho à maioria das tecnologias transgênicas Bt, essa vantagem tem sido pequena ou inexistente.

**Tabela 1.** Custos de produção, em R\$/ha, de cultivares de milho transgênicas e convencionais de alta, média e baixa produtividade. Primeira safra 2015/16.

	Produtividade					
	Alta		Média		Baixa	
Cultivar	Transg	Conv	Transg	Conv	Transg	Conv
<b>Operação mecanizada</b>	434,08	485,91	434,08	485,91	434,08	485,91
<b>Operação manual</b>	56,22	60,91	56,22	60,91	56,22	60,91
<b>Insumos</b>	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Sementes	493,04	190,00	524,42	197,70	349,00	91,67
Adubo	1.502,70	1.502,70	1.502,70	1.502,70	1.502,70	1.502,70
Defensivos	387,08	403,13	387,08	403,13	387,08	403,13
<b>Total</b>	<b>2.382,83</b>	<b>2.095,83</b>	<b>2.414,21</b>	<b>2.103,53</b>	<b>2.238,78</b>	<b>1.997,50</b>
<b>COE</b>	<b>2.873,13</b>	<b>2.642,65</b>	<b>2.904,51</b>	<b>2.650,35</b>	<b>2.729,09</b>	<b>2.544,32</b>

Op. Mec = operações mecanizadas; Op. Man = operações manuais e COE =Custo operacional efetivo.

**Tabela 2.** Comparativo de indicadores econômicos da produção de cultivares de milho transgênico e convencional de alta, média e baixa produtividade. Primeira safra 2015/16.

	Unid.	Transg. Alta prod. <sup>(1)</sup>	Conv. Alta prod. <sup>(2)</sup>	Transg. Média prod. <sup>(3)</sup>	Conv. Média prod. <sup>(4)</sup>	Transg. Baixa prod. <sup>(5)</sup>	Conv. Baixa prod. <sup>(6)</sup>
COE <sup>(7)</sup>	R\$/ha	2.873,13	2.642,65	2.904,51	2650,35	2.279,09	2.544,32
Prod. <sup>(8)</sup>	sc/ha	162,65	162,02	148,84	147,29	137,09	123,95
P.M.U.R. <sup>(9)</sup>	R\$/ha	48,91	48,91	48,91	48,91	48,91	48,91
R.Bruta <sup>(10)</sup>	R\$/ha	7.955,21	7.924,39	7.279,76	7.203,95	6.705,07	6.062,39
M.Bruta <sup>(11)</sup>	%	176,88	199,87	150,64	171,81	145,69	138,28
C.Unit <sup>(12)</sup>	R\$/sc	17,66	16,31	19,51	17,99	19,91	20,53
L.Unit. <sup>(13)</sup>	R\$/sc	31,25	32,60	29,40	30,92	29,00	28,38
P.Niv. <sup>(14)</sup>	Sc/ha	58,74	54,03	59,38	54,19	55,80	52,02
L.Op. <sup>(15)</sup>	R\$/ha	5.082,07	5.281,93	4.375,35	4.553,69	3.975,90	3.518,30
I.Lucrat. <sup>(16)</sup>	%	63,88	66,65	60,10	63,21	59,30	58,03

(1) cultivar Transgênico alta produção, (2) cultivar Convencional alta produção, (3) cultivar Transgênico de média produção, (4) cultivar convencional média produção, (5) cultivar Transgênico baixa produção, (6) cultivar convencional baixa produção, (7) Custo Operacional Efetivo, (8) Produtividade, (9) Preço Médio Unitário Recebido, (10) Renda Bruta, (11) Margem Bruta, (12) Custo Unitário, (13) Lucro Unitário, (14) Ponto de Nivelamento, (15) Lucro Operacional e (16) Índice de Lucratividade.

No grupo com baixa produtividade, a média dos transgênicos foi superior ao dos convencionais em termos de produtividade (137 e 124 sacas hectare-1) (Tabela 2), e o índice de lucratividade foi de 59,30% contra 58,03% do convencional. Isso deve ao fato deste grupo ser composto por variedades convencionais, que não apresentam o vigor híbrido. Em todos os grupos a maior diferença porcentual no COE ocorreu nos itens sementes visto que os demais itens diferiram apenas quanto a uma aplicação adicional de inseticida no milho convencional. Carvalho et al. (2010) analisando o custo e produtividade de milho transgênico e convencional adotando-se o mesmo nível tecnológico para ambos os cultivos, em sistema de plantio direto verificaram variações, no preço da semente, no número de aplicações de inseticidas, na quantidade de práticas culturais e nos reflexos na produtividade, de acordo com a pressão das pragas em área de milho convencional.

A variação do custo de produção por saca de milho convencional nos grupos foi de R\$ 16,31 (alta), R\$17,99 (média) e R\$ 20,53 (baixa) e do transgênico R\$ 17,66 (alta), R\$ 19,51 (média) e R\$ 19,91 (baixa).

Devido ao elevado preço das sementes de milho transgênico em relação ao convencional, pode ser mais vantajoso adquirir uma semente de híbrido simples convencional com maior potencial de produção do que adquirir uma semente de híbrido simples ou triplo transgênico.

#### 4. CONCLUSÕES

Não houve diferença estatística relevante entre as cultivares transgênicas e convencionais em termos de custo efetivo de produção, nas condições do presente estudo.

## REFERÊNCIAS

CARVALHO, R.O.; CRISÓSTOMO, R.P.; NORONHA, C.M.S. Análise de custo e produtividade: milho transgênico x milho convencional. In: **Resumos** da XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. CD-Rom. p.3347-3354.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; BORGHI, E. SIMÃO, E.P. **477 cultivares de milho estão disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2015/16**. Disponível em: <http://www.apps.agr.br/upload/Cultivares%20de%20Milho%20dispon%C3%ADveis%20no%20mercado%20na%20safra%202015%2016.pdf>. Acesso em 21 de junho de 2016.

MARTIN, N. B.; SERRA, R.; OLIVEIRA, M. D. M.; ÂNGELO, J. A.; OKAWA, H. Sistema integrado de custos agropecuários - CUSTAGRI. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 7-28, 1998.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N.; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I. A. **Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA**. Agricultura em São Paulo, São Paulo, v. 23, t. 1, p. 123-139, 1976.

### EVALUACIÓN AGROECOLÓGICA, PARA EL DISEÑO DE RUTAS DE TRANSICIÓN SUSTENTABLE EN FINCAS

*Data de aceite: 01/12/2020*

**Gustavo Adolfo Alegría Fernández**

Docente Universidad del Cauca.

[gustavoalegria@unicauca.edu.co](mailto:gustavoalegria@unicauca.edu.co).

[http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0001558568](http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001558568)

**RESUMEN:** La investigación se centró en la evolución agroecológica de diez fincas ubicadas en el municipio de Caldono, departamentos del Cauca-Colombia, mediante una metodología de trabajo de campo que permite la caracterización y evaluación de la sustentabilidad de fincas cafeteras a partir de indicadores, enmarcada en la utilización de herramientas de Investigación Acción Participativa-IAP, como un proceso recíproco, horizontal, de intercambio de saberes con los productores, en el cual prevalece el relacionamiento sujeto-sujeto y donde se articula la experiencia de las comunidades campesinas y las argumentaciones académico-teóricas, mediante un diálogo de saberes, esta propuesta investigativa permitiendo la apropiación del conocimiento y la búsqueda de alternativas de soluciones a las problemáticas identificadas. La evaluación de fincas analiza el nivel y estrategias de sustentabilidad que realizan los campesinos en las fincas cafeteras,

puesto que los modelos impulsados por la revolución verde en aras de incrementar la producción y hacerla eficiente, bajo el discurso productivista, llevaron al sector cafetero a una alta dependencia de insumos externos del sistema productivo y coloca en riesgo la soberanía alimentaria de las familias; contrario a esto, se debe avanzar en diseños y modelos de producción diversificados, donde prevalezca el cuidado de las semillas propias, los circuitos cortos de comercialización, la diversidad cultural de los pueblos y la diversidad biológica de los territorios. A manera de conclusión, los resultados ratifican que después de la evaluación de la sustentabilidad, las fincas cafeteras diversificadas, tienen mayor resiliencia, un mejor cuidado del recurso suelo, agua y bosque y una mayor disponibilidad de alimento.

**PALABRAS-CLAVES:** soberanía alimentaria; café diversificado; innovación social; diversidad biológica; resiliencia al cambio climático.

**ABSTRACT:** The research focused on the agroecological evolution of ten farms located in the municipality of Caldono, departments of Cauca-Colombia, through a field work methodology that allows the characterization and evaluation of the sustainability of coffee farms based on indicators, framed in the use of Participatory Action Research-PAR tools, as a reciprocal, horizontal process of

exchange of knowledge with the producers, in which the subject-subject relationship prevails and where the experience of peasant communities and academic-theoretical arguments are articulated, through a dialogue of knowledge, this research proposal allows the appropriation of knowledge and the search for alternative solutions to the problems identified. The farm evaluation analyzes the level and sustainability strategies carried out by the peasants in the coffee farms, since the models promoted by the green revolution in order to increase production and make it efficient, under the productivist discourse, led the coffee sector to a high dependence on external inputs from the productive system and puts the food sovereignty of families at risk; On the contrary, progress must be made in diversified production designs and models, where care for one's own seeds, short commercialization circuits, the cultural diversity of peoples and the biological diversity of the territories prevail. In conclusion, the results confirm that after the sustainability evaluation, the diversified coffee farms have greater resilience, better care of the soil, water and forest resources, and a greater availability of food.

**KEYWORDS:** food sovereignty; diversified coffee; social innovation; biological Diversity; resilience to climate change

## INTRODUCCIÓN

En el componente de agroecología del Centro de Investigación, Innovación Social y Promoción para el Desarrollo de la Caficultura Caucaica Cicacultura, con base en los procesos de investigación acción participativa IAP (Colmenares, 2011), se han ido tejiendo con las comunidades locales en el municipio de Caldono una investigación que refleja el grado de sustentabilidad de las fincas mediante indicadores (Acevedo y Angarita, 2013).

Esta propuesta epistémica y práctica reivindica que existen otras formas de relacionarnos con la naturaleza y en ese camino validar modelos sustentables en los sistemas integrados de producción cafeteros. La metodología se divide en tres momentos: primero, el levantamiento topográfico y la caracterización de los sistemas y subsistemas productivos, el segundo determina participativamente con el productor el estado de la sustentabilidad de la finca por medio de la evaluación a partir de indicadores, el tercero, propone el diseño y el plan de implementación de una ruta consensuada de transición agroecológica con enfoque territorial a su unidad productiva, con el fin de avanzar hacia un sistema integrado de producción agropecuario SIPA.

Los SIPAS ( Gutiérrez, y Ruiz, 2011), desde una perspectiva regional se ha convertido en uno de los principales alternativas de la economía campesina, indígena y afrocolombiana, en este sentido es necesario el apoyo a procesos productivos y sociales que existen en torno a los SIPAS con un principal cultivo de café, las organizaciones sociales son el sustento bajo el cual es posible seguir una producción, fundamentada en procesos agroecológicos y territoriales apoyados en lo cultural, lo político y en la economía propia

(Narciso y Toledo, 2008), para lograr este propósito se propone fortalecer las fincas que están trabajando con fundamentos agroecológicos y que promueven la sustentabilidad, lo que garantizará la permanencia de la producción sustentable (Leff, 1993) y como tal dan un soporte a los procesos territoriales locales. Así como también es necesario que las fincas que aún no poseen ese enfoque agroecológico realicen la transición hacia la sustentabilidad (Gliessman, 1998) y que esos lugares se conviertan también en espacios de fincas escuelas demostrativas agroecológicas.

## MÉTODO

Metodologías de campo para evaluar la sustentabilidad de los sistemas cafeteros (Londoño, 2010).

Fase 1: Levantamiento topográfico (mapa actual de finca): Mediante cartografía social se identificó el uso actual del suelo, donde cada uno de los productores identifican zonas productivas, zonas de conservación, linderos, construcciones y distribución de los lotes, representados en un mapa a mano alzada.

Fase 2: Caracterización de los sistemas y subsistemas productivos (guías de caracterización-instrumento de campo): se elaboran las plantillas y perfiles de cada subsistema, estudiando de manera detallada, cada uno de ellos, apoyándose en la guía de caracterización de unidades productivas propuesta por Londoño (2010), las guías de caracterización general, agrícola, pecuaria, café, ganado y forestal, identifican el porcentaje de uso del suelo respecto al área total, tipo/forma de producción y sistemas acompañantes, entre otros factores de importancia, permitiendo reconocer el estado actual del sistema productivo, de cada uno de sus subsistemas y su relación con el territorio.

Fase 3: Evaluación de la sustentabilidad por indicadores (matriz de indicadores de sustentabilidad): se evalúa y analiza mediante indicadores el nivel de sustentabilidad en las dimensiones: ambiental, socio-cultural, técnica y económica.

Fase 4: Elaboración de la ruta de transición (Problemática identificado-Propuesta concertada-Plan de trabajo): Una vez evaluada la sustentabilidad en cada una de las fincas, se identificaron las variables de menor y mayor calificación, según los puntajes dados a ciertas variables que la conforman, esto con el fin de reconocer mediante la metodología del semáforo que se manejan (los puntos críticos a mejorar de color rojo, los que hay que mantener, de color verde y los que hay que neutralizar de color amarillo), con estos insumos se propone alternativas sustentables o rutas de transición agroecológicas que se pueden implementar de acuerdo a las condiciones edafoclimáticas de la zona, la

disponibilidad del productor, la aplicación de sus prácticas culturales, aprovechamiento de recursos locales e incorporación de especies multifuncionales adaptadas a la zona, y que se consolidan en un plan de trabajo a corto, mediano y largo plazo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la evaluación de las fincas mediante instrumentos de campo guías de caracterización, se analizan las prácticas y manejo de cada unidad productiva, la diversidad de subsistemas productivos, el manejo cultural (Barrera y Toledo. 2008) y las dinámicas económicas, ambientales, técnico pecuarias y técnico agrícola, que se entretajan en cada experiencia.

**Gráfica 1:** consolidado de indicadores de las 10 fincas

FINCA	INDICADORES ECONÓMICOS	INDICADORES AMBIENTALES	INDICADORES SOCIO-CULTURALES	TÉCNICO - PECUARIO	TÉCNICO AGRÍCOLA	SUSTENTABILIDAD/FINCA
1	2,9	3,8	3,5	3,4	3,3	3,4
2	3,8	4,3	4,1	4,4	4,3	4,2
3	2,3	2,7	2,7	2,9	2,1	2,5
4	3,4	3,9	3,2		3,2	2,7
5	3,9	4,3	4,4	3,8	3,6	4,0
6	1,9	3,5	3,5	2,9	2,6	2,9
7	2,9	3,6	3,4	4	3,5	3,5
8	4,4	3,9	3,9	3,8	4	4,0
9	3	4,1	4,2	0,2	3,4	3,0
10	3,9	4,2	4,2		4,2	3,3
	3,2	3,8	3,7	3,2	3,4	

Fuente: propio autor del trabajo

La evaluación de las diez fincas mediante indicadores de sustentabilidad permiten medir el estado actual de las fincas, e identificar las alertas de deterioro ambiental, económico y social en las unidades productivas. La matriz representa la evaluación por indicadores de las diez fincas caracterizadas donde se evaluó:

La dimensión economía: el indicador menor fue 2,3 y el mayor indicador es 3,5 el promedio de las diez fincas es de 3,2.

En la dimensión ambiental: el promedio de las fincas es de 3,6 siendo el mayor promedio de las dimensiones evaluadas.

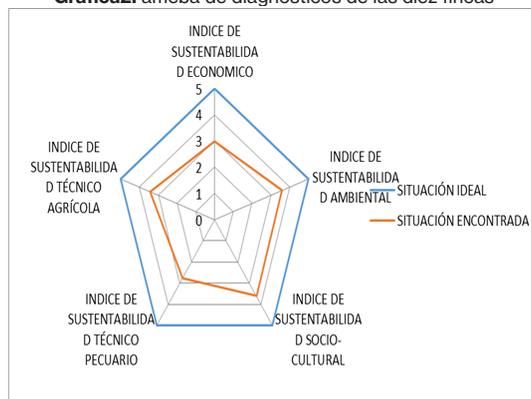
En la dimensión socio cultural: el indicador más alto es de 4,4 debido al grado de participación de la finca en procesos organizativos y asistencia a reuniones, liderazgo en la zona y gestión en procesos alimentarios que generen en la finca.

La dimensión técnica pecuaria: es una de las menores debido a que el componente animal en los sistemas integrados de las fincas no está desarrollado, teniendo calificaciones de 2 esto dificulta el principio de integración de las unidades productivas y aumenta la dependencia de insumos externos.

En la última dimensión técnica agrícola: las fincas vienen desarrollado proceso de recuperación de semillas propias con una calificación de 3,3 que es aceptable, pero se deben generar estrategias de mejoramiento.

La evaluación por indicadores de sustentabilidad permite medir el estado actual de las fincas, e identificar las prácticas sustentables y las alertas de deterioro ambiental, económico y social en las unidades productivas Clcaficultura (2015).

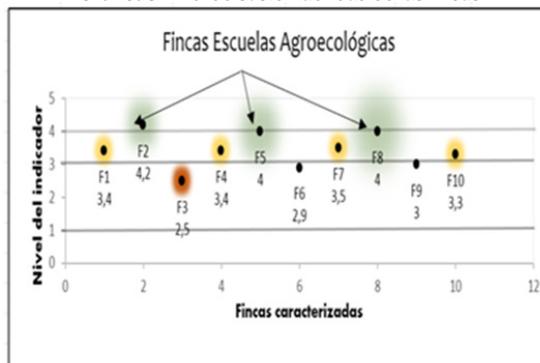
**Gráfica2:** ameba de diagnósticos de las diez fincas



Fuente: propia

Con el análisis de la información de campo se construye y se promueve participativamente una ruta de transición agroecológica para el diseño de las fincas como sistemas integrados de producción SIPAS (Sarandón & Flores, 2014).

**Gráfica3:** nivel de sustentabilidad de las fincas



Fuente: propia

En la gráfica se determina con el color verde las fincas que están sobre la calificación de 4 y se convierten en las fincas escuelas demostrativas agroecológicas de

la zona o región evaluada, por los altos índices de sustentabilidad en cada una de las dimensiones; en color amarillo se indica las fincas que están en transición en las cual se debe mejorar algunas prácticas agroecológicas para alcanzar mayores niveles de sustentabilidad y en color rojo están las fincas con una puntuación menor a 3 las cuales se identifican muchas limitantes productivas; con estos insumos se desarrolla para cada una de la fincas junto al propietario un diseño de ruta de transición agroecológica que permite llegar a la situación deseada un nivel de sustentabilidad en cada finca de rango o nivel 5 situación ideal que se busca en todas las dimensiones, Ambiental. Económica. Socio cultural y técnico productiva (Sarandón & Flores, 2014).

## CONCLUSIONES

La evaluación de la sustentabilidad de las fincas, a partir de indicadores, permite tener estrategias en la construcción de rutas de transición agroecológica como una herramienta potente en el proceso de gobernanza de los territorios, planificando desde la finca, vereda y micro cuenca.

A manera de ruta de transición se plantea los siguientes ciclos que pueden iniciar los productores en las fincas en función de llevar a un alto nivel de sustentabilidad, para que cada una de las unidades productivas se convierta en un sistema productivo agroecológico, para ello deberá cumplir los siguientes factores en cada uno de los ciclos:

Ciclo 1: Reducir el uso y consumo de insumos nocivos a la naturaleza. El propósito de esta etapa es hacer un uso de los insumos (ej. agua, fertilizantes, combustibles, pesticidas) eficientemente, de tal modo que se utilicen racionalmente y se reduzcan al mismo tiempo sus impactos negativos. En los cultivos, el uso excesivo de insumos químicos, disminuye la rentabilidad y deteriora el medio ambiente.

Ciclo 2: Implementar prácticas con principios agroecológicos, en este nivel, se incorporan prácticas que sean amigables al medio ambiente en las fincas (ir implementando paso a paso) y en las cuales se apliquen los principios de diversidad, integración entre subsistemas y la autosuficiencia de la unidad productiva como SIPA.

Ciclo 3: Diversidad productiva en los diseños de los agroecosistemas, en este nivel la prioridad es el diseño y rediseño en función de la estructura y funcionalidad de los agroecosistemas, mediante los arreglos agroforestales y los cultivos multifuncionales, que hagan del SIPA una unidad sustentable y rentable al productor.

Ciclo 4: Compartir con el vecino experiencias agroecológicas, transición hacia una producción sustentable (Extensión Rural Comunitaria), la inclusión del enfoque socio-territorial, como estrategia para el fortalecimiento de la agroecología, se debe fundamentar en la construcción participativa de los procesos de acción colectiva.

Ciclo 5: Comer-cialización, primero comer y después comercializar, es el fortalecimiento de la agroindustria rural, con estrategias como los mercados locales, los circuitos cortos y la transformación de productos asociados en los arreglos productivos, en las unidades productivas como SIPAS.

Con ello se pretende dejar unos lineamientos claros de una ruta de transición agroecológica que permita, mediante la evolución de la sustentabilidad, la planificación de fincas demostrativas agroecológicas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo, O. Á., y Arlex, A. L., 2013. Metodología para la evaluación de sustentabilidad a partir de indicadores locales para el diseño y desarrollo de programas agroecológicos - MESILPA. Corporación Universitaria Minuto de Dios. Facultad de Ingeniería.

Barrera, N. y Víctor T., 2008. La memoria biocultural la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales Icaria editores. Barcelona, España.

Centro de investigación, innovación y para el desarrollo de la caficultura caucana - CICAFIGURA. 2015. Investigadores Territorios cafeteros sustentables, línea finca – escuela.

Colmenares, A. M. 2011. Investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción. Disponible en: [www.google.com.co/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=Investigaci%C3%B3nacci%C3%B3n%20participativa%3A%20una%20metodolog%C3%ADa%20integradora%20del%20conocimiento%20y%20la%20acci%C3%B3n](http://www.google.com.co/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=Investigaci%C3%B3nacci%C3%B3n%20participativa%3A%20una%20metodolog%C3%ADa%20integradora%20del%20conocimiento%20y%20la%20acci%C3%B3n).

Gliessman, S.R. 1998. Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. Asociación española de ecología terrestre.

Gutiérrez, V. L. y Ruiz, M. R., 2011. Diseño de un sistema integrado de producción para la granja la colina de la universidad autónoma intercultural indígena (UAIIN), vereda cajete, municipio de Popayán. Trabajo de grado (Ingeniería agropecuaria). Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias agropecuarias, Departamento de Ciencias Agropecuarias. Popayán.

Leff, E. 1993. Cultura y Manejo Sustentable de los Recursos Naturales. México: Centro de Investigación Interdisciplinarias en Humanidades.

Londoño, V. L., 2010. Marco conceptual y metodológico para la caracterización, análisis y planificación de parcelas. Colombia. 37 p.

\_\_\_\_\_. 2010. Guía de indicadores ambientales, económicos y socio/culturales para evaluar sustentabilidad y vulnerabilidad al cambio climático. Colombia: 2010, 17 p.

\_\_\_\_\_. 2012. RE-Conociendo la producción agropecuaria integrada: del desprecio a la sustentabilidad. p. 59 - 169. Memorias seminario sistemas integrados de producción agropecuaria sostenible: Interacción de los procesos productivos en el Contexto Regional. Fundación Universitaria Juan De Castellanos Facultad De Ciencias Agrarias.

Sarandón, S. J., & Flores, C. C. 2014. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Buenos Aires, Argentina: Universidad de La Plata.

# CAPÍTULO 6

## APLICACIÓN DE TOMOGRAFIA DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA PARA ESTUDIAR EL COMPORTAMIENTO HÍDRICO DE UN SUELO DESCOMPACTADO

Data de submissão: 20/09/2020

Data de aceite: 01/12/2020

### Javier Alejandro Grosso

Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), Argentina.  
Email: grossojavier52@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0001-6219-171X>

### Pablo Ariel Weinzettel

Comisión de Investigaciones Científicas (CIC); Instituto de Hidrología de Llanuras (IHLLA), Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), Argentina  
<https://orcid.org/0000-0002-9816-0082>

### Juan Manuel Ressia

Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), Argentina.  
<https://orcid.org/0000-0002-6284-4984>

### Carlos Vicente Bongiorno

Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), Argentina.  
<https://orcid.org/0000-0002-1815-4660>

### Sebastián Dietrich

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); Instituto de Hidrología de Llanuras (IHLLA), Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), Argentina.  
<https://orcid.org/0000-0001-7937-4061>

El artículo fue publicado en actas del XXVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Archivo digital. ISBN 978-987-46870-0-5. <https://drive.google.com/file/d/1NcZLQMTpz9ZQ3FhEaANay8uRPtbez-GV/view>

**RESUMEN:** En este trabajo, se presentan los resultados preliminares de una serie de tomografías de resistividad eléctrica realizadas en un suelo con cultivo de maíz en la región centro de la provincia de Buenos Aires. El ensayo se realizó en un lote con dos tratamientos: suelo sin remoción (SR), bajo siembra directa continua durante varios años y suelo con remoción (CR). La humedad del suelo fue medida con sondas de registro continuo y complementariamente, se instalaron tensiómetros para observar la dirección del flujo de agua. La humedad volumétrica de la sección de estudio, se determinó a partir de muestras tomadas periódicamente. La resistividad del suelo fue determinada con un tomógrafo AGI USA R1/IP e interpretada con el programa Earthimager 2D. A partir de las variaciones de resistividad en los distintos estadios del cultivo, mediante la función lapso de tiempo se definieron los cambios en la humedad del suelo. Esta función permitió observar las diferencias de resistividad en una transecta de 16,5 m de longitud y relacionarlas con la variación de la humedad, manifestando un secado más profundo en el tratamiento sin remoción.

**PALABRAS-CLAVES:** Humedad del suelo, tomografía de resistividad eléctrica, descompactación

**ABSTRACT:** In this work, the preliminary results of a series of electrical resistivity tomographies in soil with maize crop in the central region of the province of Buenos Aires, are presented. The trial was carried out in a field with two treatments: soil without remotion (SR) under continuous direct sowing for several years compacted soil, and with removal soil (CR). Soil moisture was measured with continuous recording probes, and additionally, tensiometers were installed to observe the water flow direction. The volumetric humidity of the study section, was determined from samples taken periodically. The soil resistivity was determined with an AGIUSAR1/IP tomograph and interpreted with the Earthimager 2D program. Variations in resistivity in the different stages of the crop were used for defined changes in soil moisture with the time-lapse function. This function showed resistivity differences in one 16,5 m long transect and related them with the variation in humidity, showing a deeper drying in the treatment without remotion.

**KEYWORDS:** Soil moisture, electrical resistivity tomography, decompaction

## 1. INTRODUCCIÓN

La tomografía de resistividad eléctrica (ERT) ha sido utilizada en los últimos años para observar distintas propiedades de los suelos como la presencia de horizontes petrocálcicos (Weinzettel *et al.*, 2009), flujos preferenciales de agua (Dietrich *et al.*, 2014), extracción de agua por las raíces (Michot *et al.*, 2003; Srayeddin & Doussan, 2009), variaciones en la humedad del suelo (Schwartzet *al.*, 2008) entre varios casos más (Samouelian *et al.*, 2005). Las ventajas principales del método se basan en que el suelo no se altera y que tiene la capacidad de considerar las variaciones de resistividad laterales y en profundidad. De acuerdo a la cantidad de electrodos disponibles en superficie y con los potentes programas de inversión aplicables a los datos, se puede obtener una interpretación en general con bajo error.

La descompactación mecánica de suelos es una práctica recomendada en lotes agrícolas que presentan capas compactadas (Grosso *et al.*, 2014), generalmente asociada a la agricultura continua. Si bien los beneficios en las propiedades físicas del suelo son notables, los efectos sobre el rendimiento de los cultivos son variables (Sadras *et al.*, 2005).

En este trabajo se ha utilizado la ERT para observar el desarrollo de un cultivo de maíz que se sembró en dos condiciones de suelo, bajo siembra directa durante varios años y descompactado a través de labranza vertical. Interesa conocer la disponibilidad de agua para cada condición de suelo y observar si se presentan diferencias significativas que impliquen variaciones en el rendimiento del cultivo.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Ensayo de descompactación

Se realizó un ensayo en un establecimiento ubicado en el partido de Azul, provincia de Buenos Aires (Latitud Sur 36° 49' 49", Longitud Oeste 59° 53' 18"). El lote cuenta con un suelo Argiudol Petrocálcico (Soil Survey Staff, 2014), con una larga historia agrícola. A través de una caracterización previa, se detectó una capa compactada entre los 150 y 200 mm de profundidad, con valores de resistencia a la penetración cercanos a 1500 kPa, medidos con una humedad gravimétrica próxima a capacidad de campo para dicho suelo. A partir de esta información se definieron dos tratamientos: a) Testigo, sin descompactar (SD) y b) descompactado a 23 cm de profundidad (CD). Las parcelas que se utilizaron fueron de 15 m de ancho y 240 m de longitud. Para el tratamiento de descompactación se utilizaron 6 cuerpos escarificadores separados a 535 mm con una reja alada en el extremo inferior.

### 2.2 Siembra y fertilización del cultivo

Se sembró un híbrido de maíz de alto potencial, DEKALB 73-20 VT 3P, el 5 de diciembre de 2017, con una separación entre líneas de 0,53 m y una densidad lograda de 67000 plantas/ha.

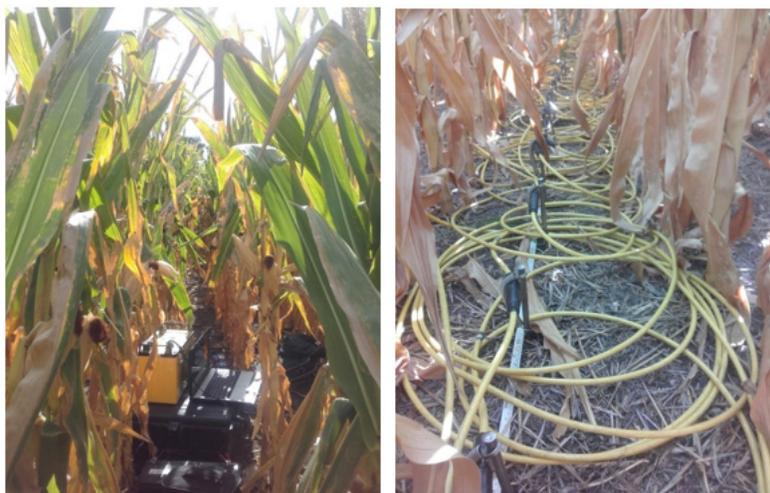
A la siembra se aplicó fosfato diamónico junto con la semilla, a razón de 91 kg/ha y cuando el cultivo alcanzó las 5 hojas totalmente desplegadas se aplicó fertilizante líquido "Solmix" al 28 % de N, con una dosis equivalente a 100 kg de N/ha.

### 2.3 Tomografía de resistividad eléctrica

Durante el período de crecimiento del maíz se realizaron cinco ERT de las cuales se seleccionaron tres, que se incluyen en este trabajo. El equipo utilizado es un resistivímetro AGI R1/IP con 56 electrodos. La separación eléctrica fue de 0,3 m con lo cual se cubrió una transecta de 16,5 m de longitud con una profundidad de investigación de 3,9 m. El dispositivo utilizado fue dipolo-dipolo y la interpretación se realizó con el programa Earthimager 2D (AGI, 2005) con el módulo de lapso de tiempo (time lapse). El procesamiento de las tomografías permitió observar el secado del perfil del suelo durante el crecimiento del cultivo, ya que las precipitaciones fueron muy escasas y solamente humectaron la primera parte del suelo. Las mediciones fueron laboriosas debido a la altura de las plantas y la separación entre las mismas, lo cual hizo que se tenga especial cuidado en colocar los electrodos en los mismos lugares sin dañar las plantas. En la Figura 1, se muestran dos fotografías del dispositivo durante las mediciones. La línea de las tomografías se ubicó a 16 surcos desde la periferia del sembrado colocando los

electrodos 1 al 28 en el sector descompactado y el resto en la zona sin descompactar. Se agregó una pequeña cantidad de agua a cada electrodo para mejorar el contacto y se midió la temperatura del suelo a lo largo de la transecta.

**Figura 1.** Disposición del resistivímetro y electrodos durante el desarrollo del ensayo



En cada tratamiento se excavó una calicata para observar la densidad de las raíces y al mismo tiempo realizar la medición de humedad con toma de muestra y sensor FDR, paralelamente se procedió a la medición de la resistividad del suelo a las profundidades de 20, 40 y 60 cm. Para la medición de la resistividad en la calicata se procedió a insertar cuatro electrodos separados una distancia de 10 cm entre sí, luego se aplicó la ecuación de Wenner que tiene en cuenta la profundidad de inserción de los electrodos en el suelo. En este trabajo no se ha utilizado la función para el pasaje de las resistividades a humedad, ya que se necesita de mayor cantidad de datos. Por este motivo se presentan las tomografías en valores de resistividad en ohm m y luego las operaciones de diferencias, mediante la función de lapso de tiempo en porcentaje de la variación de la resistividad.

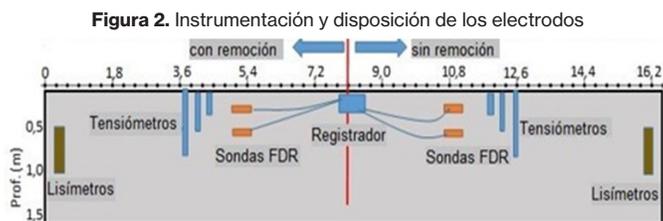
## 2.4 Humedad y tensión del suelo

Se instalaron en el suelo cuatro sensores FDR (Decagon 10 HS), uno en cada tratamiento, a dos metros de la transecta, los cuales midieron humedad volumétrica a los 25 cm y 40 cm de profundidad durante todo el ciclo del cultivo. Adicionalmente, en cada tratamiento se realizaron mediciones de humedad por el método gravimétrico hasta el metro de profundidad. También se instalaron seis tensiómetros tres en cada uno de los tratamientos con longitudes de 25, 45 y 75 cm, los mismos se ubicaron a 1,6 m de la transecta. La instrumentación se completó con la colocación de dos lisímetros, uno

en cada sector, a una profundidad de 0,4 m para coleccionar agua de drenaje del suelo. Un detalle del equipamiento instalado puede observarse en la Figura 2.

## 2.5 Pluviometría y freaticimetría

La instrumentación se completó con un pluviómetro emplazado a unos 40 m de la transecta, para la medición de la profundidad de la zona saturada se contó con una perforación en la cual se midió semanalmente las variaciones del acuífero.



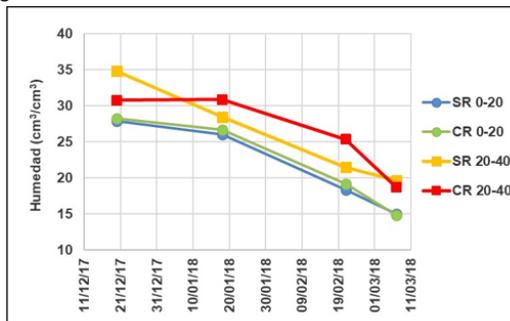
## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Variación de la humedad y tensión del suelo

Durante el período considerado se observa un progresivo secado del perfil debido a la extracción de agua por las raíces de las plantas y también debido a que la época estival fue tórrida y con escasas lluvias, durante el período precipitaron 147 mm en seis eventos, de los cuales el mayor fue de 37 mm el 27 de febrero de 2018.

En la Figura 3 puede verse la evolución de la humedad del suelo, la misma muestra un mayor secado del nivel superior, levemente mayor para el sector sin remoción. En el caso de la medición a 40 cm se produce una marcada diferencia con mayor secado del sector sin remoción.

**Figura 3.** Evolución de la humedad volumétrica durante el ensayo.



La tensión matricial del suelo a 25 y 45 cm de profundidad fue menor en la zona con remoción con respecto a la no removida lo cual indicaría una absorción más rápida, por parte de las plantas con mayor evapotranspiración de este sector cuando el suelo se encontraba con buena disponibilidad de agua. Este comportamiento se verifica en los dos primeros meses, luego la ausencia de lluvias de importancia, hicieron que las tensiones

lleguen a valores muy bajos cercanos al límite de medición de los tensiómetros en los dos tratamientos. El sector sin remoción tuvo un descenso de la tensión matricial más paulatina al comienzo del ciclo.

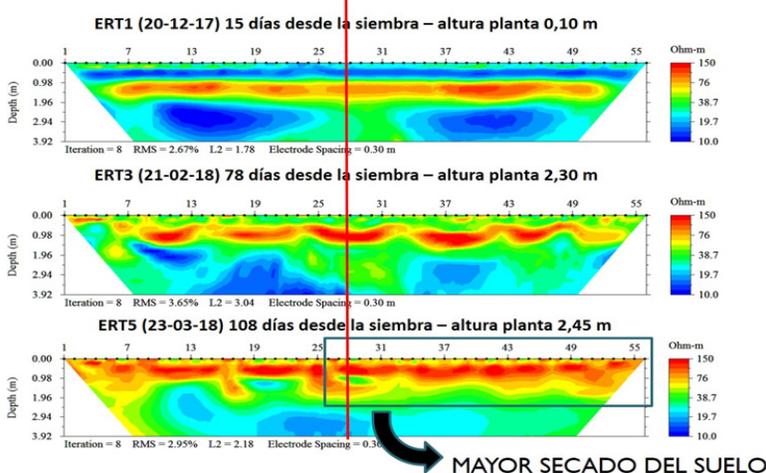
### 3.2 Tomografías de resistividad eléctrica

En las tres tomografías que se presentan en la Figura 4 donde, puede observarse, en primer lugar, que el error en la inversión fue muy bajo lo cual permite tener mayor confianza en la interpretación y procesamiento de los datos de campo. Para una mejor comparación entre los registros se ha utilizado la misma escala de resistividades de 10 a 150 ohm m. Los sectores con resistividades menores a 20 ohm m indican suelo con buena humedad.

A medida que la resistividad sube se interpreta que el suelo se encuentra más seco. Como la resistividad es una combinación del tipo de material, contenido de humedad y cantidad de sales del agua, se debe tener en cuenta que, en partes del perfil, la resistividad está mostrando cambios de las características de los materiales presentes. Es así que entre 1,3 y 1,5 m de profundidad se encuentra un horizonte petrocálcico que en las tomografías es señalado con altas resistividades aun cuando este se encuentra con cierto grado de humedad.

La primer ERT realizada luego de 15 días de la siembra muestra un suelo homogéneo en cuanto al estado hídrico, con buena humedad en todo el perfil hasta el metro de profundidad. Luego se observan resistividades mayores a 70 ohm m que corresponden al nivel petrocálcico ya mencionado. Se pueden ver variaciones en la resistividad debido a diferencias en la estructura y continuidad del nivel de tosca y la diferente humectación de la misma. Por debajo, luego de los dos metros, se presenta la zona no saturada, la cual también muestra buen contenido de humedad.

**Figura 4.** Resultado de las tomografías realizadas en valores de resistividad (ohm m).

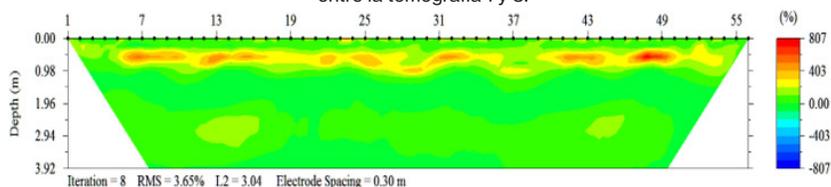


El acuífero se encuentra a unos 4 m de profundidad. La siguiente tomografía, después de 78 días de la siembra y con plantas de 2,30 m de alto, permite observar el profundo secado del suelo coincidente con los contenidos de humedad mostrados en la Figura 3. La última ERT muestra un profundo secado del perfil, en principio se ve que este ha sido más profundo en el sector sin descompactar es decir la zona entre los electrodos 28 y 56. Esto está respaldado por las mediciones de humedad y tensiometría realizadas en la transecta. Mejores definiciones se tendrán cuando las resistividades sean convertidas a humedad luego de haber obtenido las correspondientes funciones.

Para mejorar la interpretación anterior basada en tomografías individuales, estas se procesaron por diferencia en el lapso de tiempo obteniendo los resultados mostrados en las Figuras 5, 6 y 7.

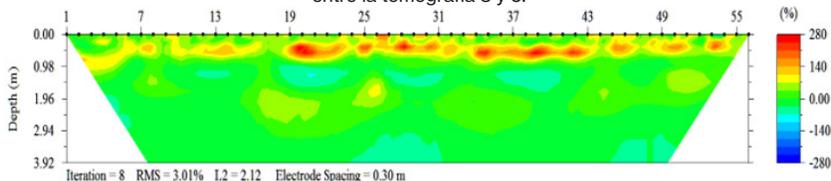
Las tomografías 1 y 3 (Figura 5) indican un mayor secado del perfil debido a que la primera tomografía, mostraba buen almacenamiento de humedad del suelo, después de 78 días el suelo se secó por lo cual se observa un fuerte cambio en el porcentaje de la variación de la resistividad para el momento inicial e intermedio.

**Figura 5.** Procesamiento en el lapso de tiempo, valores de porcentaje de diferencia de la resistividad en ohm m entre la tomografía 1 y 3.



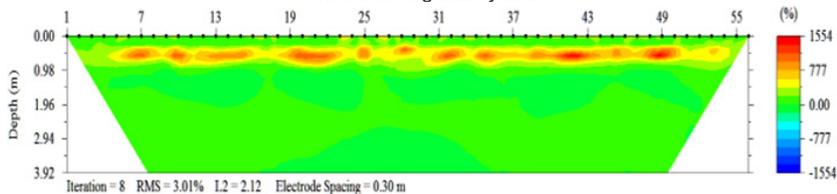
La diferencia entre las tomografías 3 y 5 (Figura 6) indica una menor variación porcentual de las resistividades porque el suelo se mantuvo seco con muy escasas precipitaciones con lo cual la extracción de agua fue menor que la observada entre las dos primeras tomografías. En este caso se puede ver que la zona sin descompactar muestra mayor diferencia de resistividad es decir un mayor secado.

**Figura 6.** Procesamiento en el lapso de tiempo, valores de porcentaje de diferencia de la resistividad en ohm m entre la tomografía 3 y 5.



Esta tendencia se observa también en la diferencia de resistividad entre la tomografía inicial y la última realizada a los 108 días de la siembra (Figura 7), las mayores diferencias de resistividad llegan a más de 1000 %. Como se expresó anteriormente estos resultados deberán ser corroborados con la conversión y procesamiento de las resistividades a humedad.

**Figura 7.** Procesamiento en el lapso de tiempo, valores de porcentaje de diferencia de la resistividad en ohm m entre la tomografía 1 y la 5.



## 4. CONCLUSIONES

La metodología propuesta ha mostrado ser una interesante herramienta para discernir acerca de la conveniencia o no de la descompactación mecánica de un lote trabajado durante varios años con siembra directa. Las mediciones de humedad realizadas en ambos tratamientos tienen relación con los resultados arrojados por la tomografía con el módulo de diferencias en el lapso de tiempo. El sector no descompactado muestra un secado más profundo del suelo según lo muestran las tomografías y lo corrobora las determinaciones de humedad en el tiempo que duró el ensayo. Estos resultados son preliminares y deberán ser considerados nuevamente aplicando funciones de humedad-resistividad a las tomografías para de ese modo poder realizar un balance de masa del agua durante el ciclo del cultivo.

La mayor ventaja como se ha visto de la metodología aplicada radica en que se obtiene una visión de una transecta sin disturbar y la posibilidad de hacer un seguimiento en el tiempo del estado de humedad del suelo bajo diferentes tratamientos.

## 5. AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Sr. Alberto Lier, por colaborar permitiendo la realización del ensayo en su establecimiento y al Ing. Ricardo Fernández por proporcionar el híbrido de maíz.

## REFERENCIAS

ADVANCED GEOSCIENCES, INC. EarthImager 2D, resistivity and IP inversion software, version 2.2.8. Instruction manual. Austin Texas. 135 p, 2005.

DIETRICH, S.; WEINZETTEL, P.; VARNI, M. **Infiltration and drainage analysis in a heterogeneous soil by electrical resistivity tomography.** Soil Sci Soc Am J 78:1153–1167, 2014.

GROSSO, J.A.; RESSIA, J.M.; BONGIORNO, C.V.; MENDIVIL, G.O.; DE PABLO, M.C.; BALBUENA, R. **Eficiencia energética de la descompactación de un suelo bajo siembra directa.** XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Bahía Blanca, 5 al 9 de mayo. Trabajo: 0243 A. Pag. 6, 2014.

MICHOT, D.; BENDERITTER, Y.; DORIGNY, A.; NICOUILLAUD, B.; KING, D.; TABBAGH, A. **Spatial and temporal monitoring of soil water content with an irrigated corn crop cover using surface electrical resistivity tomography.** Water Resour. Res. 39:1138–1157, 2003.

SADRAS, V.O.; O'LEARY, G.J.; ROGET, D.K. **Crop responses to compacted soil: capture and efficiency in the use of water and radiation.** Field Crops Research, 91(2-3), 131-148, 2005

SAMOUËLIAN, A.; COUSIN, I.; TABBAGH, A.; BRUAND, A.; RICHARD, G. **Electrical resistivity survey in soil science: a review.** Soil and Tillage Res. 83:173-193, 2005.

SCHWARTZ, B.F; SCHREIBER, M.E.; YAN, T. **Quantifying field scale soil moisture using electrical resistivity imaging.** J. of Hydrology, 362, 234-246, 2008.

SOIL SURVEY STAFF. **Claves para la Taxonomía de Suelos.** Departamento de agricultura de los Estados Unidos. XII Edición. 399 p, 2014.

SRAYEDDIN, I.; DOUSSAN, C. **Estimation of the spatial variability of root water uptake of maize and sorghum at the field scale by electrical resistivity tomography.** Plant Soil 319:185-207, 2009

WEINZETTEL, P.; VARNI, M.; DIETRICH, S.; USUNOFF, E. **Evaluación de tres dispositivos de tomografía eléctrica para la identificación de horizontes petrocálcicos en el suelo.** Ci. Suelo 27(1):135-146, 2009.

# CAPÍTULO 7

## INSETICIDAS PARA CONTROLE DO BICUDO DO ALGODOEIRO – EFICIÊNCIA, PERÍODO RESIDUAL E PERDAS POR ESCORRIMENTO

Data de submissão: 13/11/2020

Data de aceite: 01/12/2020

### Fernando Camilo Silvério Quintão

Universidade Federal de Goiás  
Goiânia, Goiás

<http://lattes.cnpq.br/2284319219532504>

### Jordana Dias Da Silva Furtado

Universidade Federal de Goiás  
Goiânia, Goiás

<http://lattes.cnpq.br/7215976001247555>

### Bruna Mendes Diniz Tripode

Embrapa Algodão – Núcleo do Cerrado  
Santo Antonio de Goiás, Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/4964338918780897>

### José Ednilson Miranda

Embrapa Algodão – Núcleo do Cerrado  
Santo Antonio de Goiás, Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/7468624337295084>

**RESUMO:** O controle do bicudo do algodoeiro, principal praga desta cultura, deve ser feito aliando-se os métodos de controle cultural, comportamental e químico. Para o controle químico, há vários inseticidas registrados, entre eles alguns cuja eficiência vem sendo questionada pelos produtores no decorrer das últimas safras. Este trabalho teve como objetivo avaliar comparativamente a eficiência de controle, o poder residual e eventuais perdas por escorrimento de inseticidas utilizados para controlar o bicudo. Para tanto, aplicações de inseticidas

comerciais em adultos foram efetuadas em Torre de Potter. Para avaliar o efeito de escorrimento por chuva foi aplicado volume de 1 mL.cm<sup>-2</sup> em todos os tratamentos, três dias após a aplicação dos produtos, para simular precipitação pluvial de 10 mm. Cada repetição continha cinco insetos adultos que foram pulverizados aos 3 dias de emergência. Avaliações da mortalidade foram efetuadas aos 2, 4, 7 e 10 dias após a aplicação. Para avaliar o efeito residual, após cada avaliação os indivíduos expostos eram trocados por novos indivíduos. Foram considerados mortos os indivíduos que não reagem a estímulo de calor. A eficiência de controle foi corrigida pela fórmula de Henderson-Tilton (1955). Em condições de ausência de escorrimento e lavagem de produtos, malathion e fipronil apresentaram eficiência de controle de 92 e 80%, até os 10 dias após a aplicação, respectivamente. A interferência da chuva simulada, após o efeito de knock-down, reduziu a eficiência destes dois produtos, que caiu para 54 e 49%, respectivamente. A eficiência de controle de lambda-cialotrina foi reduzida de 52 para 30% quando foi provocado o escorrimento do produto. Bifentrina apresentou eficiência de 55% de controle em 10 dias após a aplicação, que foi reduzida a 33% com a situação de chuva aos 3DAA. Etofenproxi e alfa-cipermetrina tiveram sua eficiência inferior a 50% mesmo na condição de ausência de chuva simulada.

**PALAVRA-CHAVE:** *Gossypium hirsutum*, inseticidas, toxicidade aguda.

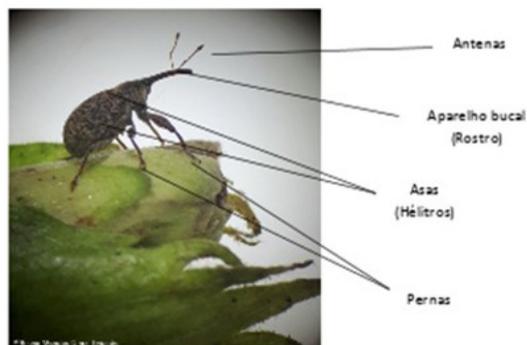
## INSECTICIDES TO CONTROL COTTON BOLL WEEVIL – EFFICIENCY, RESIDUAL PERIOD AND LOSSES BY RUNOFF

**ABSTRACT:** The control of the boll weevil, the main pest of the cotton culture, must be done by combining the methods of cultural, behavioral and chemical control. For chemical control, there are several registered insecticides, some of them have their efficiency of control questioned by producers over the past few seasons. This work aimed to evaluate comparatively the efficiency of control, residual effect and losses by runoff of insecticides used to control the boll weevil. Commercial insecticide applications in adults were carried out using a Potter Tower. To evaluate the effect of runoff by rain, a volume of 1 mL.cm<sup>-2</sup> was applied in all treatments, three days after application of the products, to simulate 10 mm rainfall. Each repetition had five adult insects that were sprayed at three days after emergence. Mortality assessments were performed at 2, 4, 7 and 10 days after application. To assess the residual effect, after each assessment, the exposed individuals were exchanged for new ones. Individuals who did not react to heat stimulus were considered dead. Control efficiency was corrected by the Henderson-Tilton formula (1955). In conditions of absence of runoff of products, malathion and fipronil showed control efficiency of 92 and 80%, up to 10 days after application, respectively. The interference of the simulated rain, after the knock-down effect, reduced the efficiency of these two products, which dropped to 54 and 49%, respectively. The lambda-cyhalothrin control efficiency was reduced from 52 to 30% when the product was drained. Bifenthrin showed an efficiency of 55% of control in 10 days after application, which was reduced to 33% with the rain situation at 3DAA. Etophenprox and alpha-cypermethrin had their efficiency below 50% even in the absence of simulated rain.

**KEY-WORDS:** *Gossypium hirsutum*, insecticides, acute toxicity.

### 1. INTRODUÇÃO

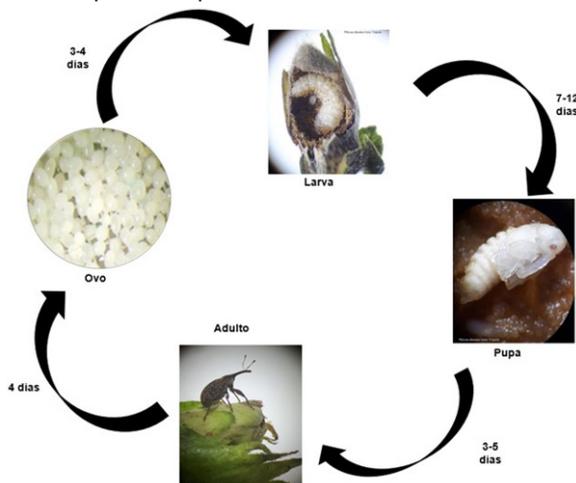
O bicudo do algodoeiro, *Anthonomus grandis* (Boheman, 1843) (Coleoptera: Curculionidae) é a principal praga da cultura do algodão no Brasil. Como todos os insetos pertencentes a esta família, o bicudo apresenta como característica evidente o bico ou rostro, sendo que na extremidade se encontra o aparelho bucal e próximas ao centro as antenas, que possuem 12 segmentos (Figura 1). Este inseto quando adulto mede de 5 a 9 milímetros de comprimento e 2,3 mm de largura, possui uma coloração marrom-avermelhada quando recém emergido e após alguns dias a cor varia do pardo-acinzentado ao negro, com pelos dourados esparsos sobre os élitros, onde é possível observar estrias ou sulcos longitudinais. O fêmur das pernas dianteiras possui duas aristas, sendo que uma é maior que a outra. Nas pernas medianas e posteriores há a presença de apenas uma arista. (GRAVENA, 2001; SARAN, 2015).



**Figura 1.** Adulto do bicudo-do-algodoeiro, com destaque para algumas estruturas morfológicas.

Ao entrar na fase reprodutiva, iniciando a emissão de botões florais, as plantas de algodão se tornam altamente atrativas a adultos de bicudos do algodoeiro, que irão se alimentar e se reproduzir nessas estruturas reprodutivas (BASTOS et al., 2005). Após a cópula, as fêmeas furam botões florais ou maçãs com seu aparelho bucal e ovipositam no interior da estrutura.

Os ovos têm formato levemente elíptico, são opacos e possuem cerca de 1 mm de comprimento. Após a eclosão dos ovos dá-se início o período larval, sendo as larvas de coloração branca e com ausência de pernas (LEIGH et al., 1996). As larvas se desenvolvem e se transformam em pupas, que possuem vestígios dos futuros membros do adulto, sendo possível visualizar através da cutícula da pupa, estruturas como o rostró, pernas e asas (SANTOS, 2002; TOMQUELSKI & MARTINS, 2008). Após o estágio pupal, verifica-se a emergência de um novo adulto, que irá se alimentar e reproduzir no algodoeiro, continuando o ciclo da praga (LIMA JR. et al., 2012; ARAÚJO et al., 2014; AZAMBUJA & DEGRANDE, 2015). Sob as condições climáticas predominantes no Brasil, esse inseto leva cerca de 14 a 22 dias para completar um ciclo de desenvolvimento (Figura 2).



**Figura 2.** Ciclo de vida do bicudo-do-algodoeiro.

O bicudo foi detectado no Brasil pela primeira vez em 1983. De lá para cá, se instalou em todas as áreas produtivas de algodão do país, se tornando responsável por grandes perdas, declínio de produção e alto custo de controle (AZAMBUJA & DEGRANDE, 2014; MIRANDA & RODRIGUES, 2015). Os prejuízos causados por essa praga podem ultrapassar o valor de U\$ 200/ha, o que equivale a cerca de 10% do custo total de produção (BELOT et al., 2016). Assim, para garantir a eficiência produtiva de uma lavoura, é necessária a adoção de uma série de estratégias de manejo da praga, tais como monitoramento populacional, destruição de restos culturais, eliminação de plantas tigueras, aplicação de inseticidas quando o nível de controle é atingido e uso de armadilhas para monitoramento na entressafra (MIRANDA & RODRIGUES, 2018).

Dependendo da intensidade de surtos populacionais de bicudo nas lavouras de algodão, entre 10 e 25 pulverizações são efetuadas por safra nas regiões produtoras (BELOT et al., 2016). Devido a necessidade de várias aplicações para o controle dessa praga, é imprescindível realizar as pulverizações da maneira eficiente. Assim, para garantir o sucesso da aplicação deve-se considerar fatores fundamentais como a época adequada de aplicação, considerando o nível de infestação da praga e as condições climáticas, o atingimento do alvo, dosagem adequada e condições climáticas favoráveis (AZEVEDO & FREIRE, 2006).

Outro aspecto importante relacionado à tecnologia de aplicação é a seleção da ponta de pulverização, a qual varia com o tipo de alvo biológico, condições climáticas, volume e pressão de trabalho. Gotas de grande diâmetro geram perdas por escorrimento, ao passo que gotas muito finas terão muita deriva, causando perdas por evaporação ou volatilização do defensivo e possíveis danos a outros cultivos e ao meio ambiente. Gotas adequadas às condições climáticas permitem aproveitamento de cerca de 80% do volume aplicado (SANTOS, 2006).

Alguns comportamentos do bicudo do algodoeiro dificultam a eficiência de aplicação dos inseticidas, exigindo que a aplicação dos produtos seja feita com as melhores condições climáticas e com o uso dos equipamentos adequados, para que se obtenha sucesso no controle de surtos populacionais. Normalmente os adultos de bicudo do algodoeiro ficam alojados entre as brácteas e as estruturas reprodutivas da planta, e dessa forma ganham certa proteção quando são expostos aos inseticidas. A principal forma de contaminação do bicudo do algodoeiro por inseticidas é através da penetração via tarsos, à medida que o inseto se locomove de uma estrutura para outra (PAPA & CELOTO, 2015). Outro comportamento típico do inseto é a tanatose, que ocorre quando o bicudo se sente ameaçado por algum fator de perturbação, se desprende da planta e cai ao solo, sem movimentos, como se estivesse morto. Ao cair no solo, os adultos de

bicudo podem minimizar o efeito de um produto, evitando o contato direto, durante uma aplicação de inseticida na lavoura, o que caracterizaria seletividade ecológica (ARRUDA, 2019).

As larvas e pupas, fases imaturas do bicudo, não são atingidas pelo controle químico, uma vez que estão abrigadas no interior das estruturas reprodutivas do algodoeiro, onde os produtos não são capazes de atingir. Por isso o controle químico é basicamente limitado ao controle de adultos, o que ajuda a explicar o grande número de aplicações realizadas a cada safra, pois mesmo que uma aplicação seja bem-sucedida, larvas e pupas irão sobreviver e iniciar um novo ciclo da praga.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência e o efeito residual de inseticidas usados no controle bicudo em condições de ausência e presença de chuva no período do tratamento.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os bioensaios foram realizados no Laboratório de Entomologia da Embrapa Arroz e Feijão. Os inseticidas utilizados foram Malathion 1000 CE (malathion) na dose de 1 L p.c.ha<sup>-1</sup> (1000 g i.a.ha<sup>-1</sup>), Fipronil 800 WG (fipronil) na dose de 100 g p.c.ha<sup>-1</sup> (80 g i.a.ha<sup>-1</sup>), Brigade 100 EC (bifentrina) na dose de 500 mL p.c.ha<sup>-1</sup> (50 g i.a.ha<sup>-1</sup>), Fastac 100 SC (alfa-cipermetrina) na dose de 300 mL p.c.ha<sup>-1</sup> (30 g i.a.ha<sup>-1</sup>), Safety (etofenproxi) na dose de 500 mL p.c.ha<sup>-1</sup> (150 g i.a.ha<sup>-1</sup>) e Trinca Caps (lambda-cialotrina) na dose de 60 mL p.c.ha<sup>-1</sup> (15 g i.a.ha<sup>-1</sup>). Para a aplicação foi utilizado micro pulverizador de precisão com bico Sagyma SW130K e agulha de 0,3 mm alocada no alto de torre acrílica cilíndrica tipo torre de Potter, conectado com regulador de pressão e tanque de ar pressurizado de 1,6 L, regulado para liberação de gotas com pressão de 9 PSI por três segundos, resultando em taxa de volume de aplicação de 2 µL.cm<sup>-2</sup>, correspondente a um volume de calda de 200 l.ha<sup>-1</sup>. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com sete tratamentos, compostos dos inseticidas e de tratamento-controle, com 8 repetições. Para avaliar o efeito de escoamento por chuva foi aplicado volume de 1 mL.cm<sup>-2</sup> em todos os tratamentos, três dias após a aplicação dos produtos, para simular precipitação pluvial de 10 mm. Cada repetição continha grupo de cinco insetos adultos com 3 dias de emergência foram pulverizados. Avaliações da mortalidade foram efetuadas aos 2, 4, 7 e 10 dias após a aplicação. Para avaliar o efeito residual, após cada avaliação os indivíduos expostos eram trocados por novos indivíduos. Foram considerados mortos os indivíduos que não reagem a estímulo de calor. A eficiência de controle foi corrigida pela fórmula de Henderson-Tilton (1955).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito de choque (knock-down) foi verificado com os produtos malathion e fipronil (Tabela 1). Menor número de insetos sobreviventes foi registrado nos tratamentos com malathion e fipronil, em ambas as condições de ausência ou presença de interferência de chuva (efeito simulado).

**Tabela 1.** Número médio de adultos de bicudo-do-algodoeiro vivos após aplicação de inseticidas e simulação de ausência e presença de escoamento por chuva aos 3 dias após a aplicação.

Tratamento	Prévia	2DAA	4DAA	7DAA	10DAA
Sem chuva simulada					
Malathion	10	2,0 c	2,3 c	0,8 cd	2,0 c
Fipronil	10	0,8 c	0,3 d	0,0 d	1,8 c
Bifentrina	10	7,0 ab	0,3 d	2,7 c	7,5 a
Alfa-	10	8,5 a	6,3 b	6,0 b	8,8 a
Etofenproxi	10	6,5 ab	6,3 b	6,5 b	9,0 a
Lambda-	10	5,3 b	5,3 b	2,3 c	5,5 b
Controle	10	10,0 a	10,0 a	9,0 a	9,5 a
C.V. (%)		18,6	27,4	40,2	16,1
Com chuva simulada					
Malathion	10	2,0 c	4,5 c	6,3 b	6,8 b
Fipronil	10	0,8 c	4,8 c	5,3 b	6,8 b
Bifentrina	10	7,0 ab	4,8 c	5,0 b	9,0 a
Alfa-	10	8,5 a	7,3 b	6,5 b	9,3 a
Etofenproxi	10	6,5 ab	6,5 bc	9,0 a	9,3 a
Lambda-	10	5,3 b	7,3 b	6,5 b	8,3 ab
Controle	10	10,0 a	10,0 a	9,0 a	9,5 a
C.V. (%)		18,6	14,9	14,7	14,6

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

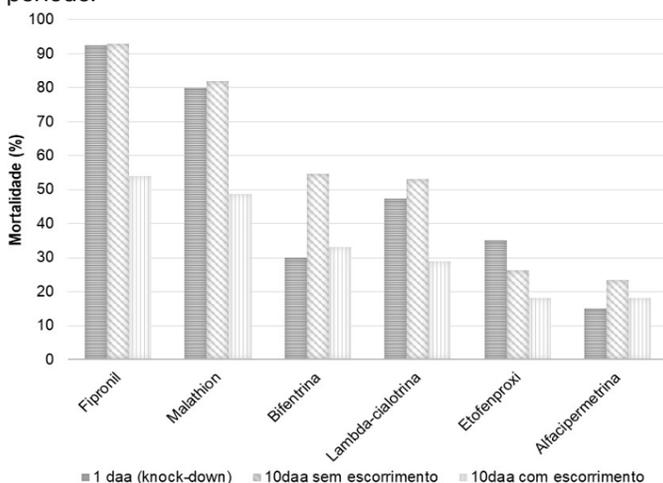
Apesar do produto malathion ser amplamente utilizado no controle do bicudo ao longo de muitos anos, o que pode ser um risco para o cultivo de algodão devido à possibilidade de selecionar populações resistentes, esta ainda é uma das moléculas mais eficientes disponíveis no mercado, apresentando um efeito letal aos insetos adultos logo após a aplicação, cujo efeito residual se mantém por vários dias. Com a proibição dos produtos endossulfan e paration metílico, outra opção restante para controle químico do bicudo-do-algodoeiro é o fipronil, que tem apresentado efeito de mortalidade superior a 80% (BARROS & NETTO, 2015; ROLIM & NETTO, 2108, 2020).

Os inseticidas bifentrina, alfa-cipermetrina, etofenproxi e lambda-cialotrina não se destacaram positivamente, com resultados inferiores aos observados com fipronil e malathion, tanto na eficiência de controle quanto na duração do efeito residual. De acordo com Rolim & Netto (2018), os produtos que pertencem ao grupo químico dos piretróides têm apresentado eficiência inferior a 50% de controle. O uso constante dos piretróides nas lavouras de algodão para o controle de outras pragas, pode estar

contribuindo para selecionar populações de bicudo do algodoeiro capazes de resistir às doses recomendadas desses inseticidas. Populações resistentes a inseticidas podem se tornar um problema para o manejo integrado da praga, por reduzir o leque de opções para controle químico e aumentar cada vez mais a pressão de seleção sobre a praga.

A eficiência de controle e o período residual dos produtos inseticidas foram afetados pelo escurrimto simulado. Em condições de ausência de escurrimto e lavagem de produtos, malathion e fipronil apresentaram eficiência de controle de 92 e 80%, respectivamente, até os 10 dias após a aplicação, além de terem apresentado ação knock-down (Figura 3). Quando houve a interferência da chuva simulada, após o efeito de knock-down, a eficiência destes dois produtos caiu para 54 e 49%, respectivamente. A eficiência de controle de lambda-cialotrina foi reduzida de 52 para 30% quando foi provocado o escurrimto do produto. Bifentrina apresentou eficiência de 55% de controle em 10 dias após a aplicação, que foi reduzida a 33% com a situação de chuva aos 3DAA. Etofenproxi e alfa-cipermetrina tiveram sua eficiência inferior a 50% mesmo na condição de ausência de chuva simulada.

Em testes com bicudo do algodoeiro após contato com resíduo seco de inseticidas realizados no Mato Grosso, na safra 2019/2020, foi constatado que os ingredientes ativos malathion e fipronil causaram mortalidade acima de 83% (ROLIM & NETTO, 2020). Bifentrina tem apresentado reduções na eficiência de controle ao longo do tempo, passando de 60% verificado na safra 2015/2016 a 26% na safra 2019/2020. Os autores verificaram o mesmo comportamento com etofenproxi, com reduções de 85% para 25% neste mesmo período.



**Figura 3.** Eficiência de controle com efeito letal tipo knock-down (1 daa) e efeito residual (10daa) sem e com escurrimto simulando chuva aos 3 dias após a aplicação.

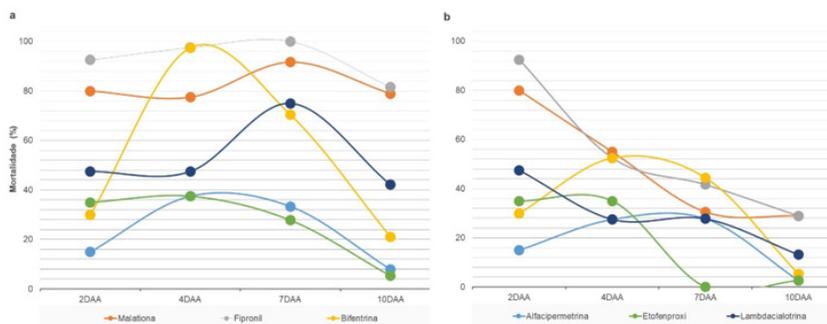
Sabe-se que em extensas áreas de cultivo no Cerrado onde o regime pluvial é considerado elevado, o risco de ocorrer perdas por escoamento é sempre presente. Algumas das estratégias que a tecnologia de aplicação desenvolveu para tornar as aplicações de produtos sanitários mais eficientes e garantir a deposição desses produtos nas plantas são as aplicações em baixo volume (BV), baixo volume oleoso (BVO) ou aplicações com ultrabaixo volume (UBV). Com um volume menor de calda a ser aplicado, observa-se que o maior rendimento e capacidade operacional podem diminuir o tempo de aplicação de defensivos, possibilitando que as pulverizações sejam realizadas no momento correto, garantindo o controle do alvo biológico (CAMARGO, 2004).

A redução do volume de aplicação de inseticidas é uma tendência observada no cotidiano das propriedades agrícolas. De acordo com o Moraes et al. (2017), propriedades do Mato Grosso do Sul que estavam trabalhando com aplicação de alto volume (AV) para controlar o bicudo do algodoeiro, reduziram o volume de aplicação terrestre ou substituíram por aplicações aéreas usando a tecnologia de aplicação BV/BVO. De acordo com os autores, o uso dessa tecnologia permite a deposição micro gotas oleosas nas folhas do algodoeiro, diminuindo as chances de perdas por escoamento e ainda confere aos inseticidas maior poder residual, tornando os produtos mais eficientes no controle do bicudo.

Outra modalidade de aplicação com tendência de crescimento de uso para o controle do bicudo se trata da pulverização aérea com formulações ultrabaixo volume (UBV). Durante o programa americano de erradicação do bicudo, o malathion foi aplicado em UBV e resultou em uma grande economia nos custos de aplicações (EL-LISSY & KISER, 2000). Se nos Estados Unidos este produto foi o principal inseticida usado para a erradicação do bicudo nos Estados Unidos, sua eficácia se mantém até os dias atuais quando aplicado em lavouras de algodão do Cerrado brasileiro em condições atmosféricas adequadas, de forma a assegurar o atingimento do alvo pelo inseticida (SANTOS, 2015).

O efeito residual dos produtos também foi reduzido pelo escoamento efetuado pela chuva simulada (Figura 4). Como a chuva foi simulada aos 3DAA, aos 4DAA já se observa redução na ação de letalidade dos produtos, a qual foi sendo intensificada até o décimo dia de observação (Figura 4b).

Bifentrina apresentou eficiência de 57% de controle em 10 dias após a aplicação, com efeito residual concentrado nos quatro primeiros dias, tendo promovido mortalidade decrescente entre 4 e 10 dias. Etofenproxi e alfa-cipermetrina tiveram sua eficiência inferior a 50% mesmo nos primeiros dias após a aplicação.



**Figura 4.** Período residual de inseticidas para o controle do bicudo-do-algodoeiro a) sem escoamento e b) com escoamento simulando chuva aos 3 dias após a aplicação.

A chuva é fator limitante para a eficiência de produtos fitossanitários, comprometendo bastante o controle de pragas, doenças e plantas daninhas através da lavagem da superfície das plantas, onde os produtos deveriam ficar aderidos. Cada produto exige um período mínimo para que tenha o efeito desejado sobre o alvo, então não se recomenda realizar aplicações quando o tempo se encontra instável, com previsões de chuvas, pois além de incorrer em perdas econômicas pela necessidade de reaplicação do produto, o escoamento causado pela lavagem do princípio ativo para o solo ou outros locais não desejados pode causar grande impacto ambiental. Assim, deve-se ter um planejamento estratégico nas propriedades rurais afim de se utilizar as ferramentas de previsão do tempo, para que as aplicações sejam feitas nas melhores condições, atingindo o alvo sem necessidade de reaplicações devido a perdas por lavagem dos produtos.

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e o Comitê de Ação à Resistência a Inseticidas (IRAC-BR), atualmente há cerca de 100 produtos comerciais registrados como inseticidas para o controle do bicudo do algodoeiro, os quais possuem oito diferentes modos de ação. A maioria dos produtos possui apenas um princípio ativo, mas há também misturas que contêm dois princípios ativos e dois modos de ação. A escolha do produto está condicionada à eficiência e ao fator econômico, e seu uso somente pode ser recomendado através de receituário agrônomo. Os produtos testados no presente trabalho estão entre os mais utilizados pelos produtores de algodão.

## CONCLUSÕES

Dos produtos testados, malathion e fipronil foram os mais eficientes no controle do bicudo-do-algodoeiro;

O efeito residual de malathion e fipronil se mantém até os 10 DAA quando não ocorre lavagem e escoamento por chuvas;

A eficiência de controle dos produtos piretróides testados é inferior a 60%, independente da condição testada;

Chuvas que ocorrem após a pulverização comprometem a eficiência e o efeito residual dos produtos inseticidas utilizados no controle do bicudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, T.A.; BASTOS, C.S.; TORRES, J.B. Manejo efetivo. Revista Cultivar, n.177, p.18-21, 2014.

ARRUDA, L.S. Colonização e dispersão intra-planta do bicudo-do-algodoeiro em lavouras de algodão. 2019. 90 f. Tese de Doutorado em Entomologia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019.

ARRUDA, L.S. Eficiência de inseticidas comerciais no controle do bicudo-do-algodoeiro no Oeste da Bahia – Safra 19/20. Luis Eduardo Magalhães: Fundação Bahia, 2020. 5p. (Fundação Bahia, Circular Técnica, 09).

AZAMBUJA, R.; DEGRANDE, P.E. Trinta anos do bicudo-do-algodoeiro no Brasil. Arquivos do Instituto Biológico, v.81, n.4, p.377-410. 2014.

AZAMBUJA, R.; DEGRANDE, P.E. Biologia e ecologia do bicudo-do-algodoeiro no Brasil. In: BELOT, J.L. (Ed.). O bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis* Boh., 1843) nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle. Cuiabá: Instituto Mato-grossense do Algodão – IMAmt, 2015. p.47-49. (IMAmt. Boletim de P&D, 2).

AZEVEDO, F.R.; FREIRE, F.C.O. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 47p. (Embrapa Agroindústria Tropical, Documentos, 102).

BARROS, E.M.; NETTO, J.C. Oculto e abundante: manejo do bicudo do algodoeiro. Revista Cultivar, n.191, p.10-12, 2015.

BASTOS, C.S.; PEREIRA, M.J.B.; TAKIZAWA, E.K.; OHL, G.; AQUINO, V.R. Bicudo do algodoeiro: identificação, biologia, amostragem e táticas de controle. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 31p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 79).

BELOT, J. L.; BARROS, E. M.; MIRANDA, J. E. Riscos e oportunidades: o bicudo-do-algodoeiro. In: AMPA – Associação Mato-grossense dos Produtores de Algodão. Desafios do Cerrado: como sustentar a expansão da produção com produtividade e competitividade. Cuiabá: Associação Mato-grossense dos Produtores de Algodão, 2016. p.77–118.

CAMARGO, T.V. Tecnologia de aplicação em baixo volume oleoso (BVO) para controle da ferrugem da soja. In: RAETANO, C.G.; ANTUNIASSI, U.R. (ed.). Qualidade em Tecnologia de Aplicação. Botucatu: FEPAF, 2004. p.1-189.

EL-LISSY, O.; KISER, K. The use of Malathion ULV in Texas Boll Weevil eradication Programs. Proceedings of the Beltwide Cotton Conference, Volume 2, 2000, p.1069-1071. National Cotton Council, Memphis TN.

PAPA, G.; CELOTO, F.J. Controle químico do bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis*, Boheman (Coleoptera: Curculionidae). In: BELOT, J.L. (ed.). O bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis* Boh., 1843) nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle. Cuiabá: IMAmt, 2015 (IMAmt, Boletim de P&D, 2). p.1-254.

GRAVENA, S. Quem é esse tal de bicudo. Cultivar Grandes Culturas, n.25, p.42-44, 2001.

LEIGH, T.F.; ROACH, S.H.; WATSON, T.F. Biology, and ecology of important insect and mite pests of cotton. In: KING, E.G.; PHILLIPS, J.R.; COLEMAN, R.J. (Ed.). Cotton insects and mites: characterization and management. Memphis: The Cotton Foundation, 1996. p.16-86. (The Cotton Foundation. Reference Book Series, 3).

LIMA JR., I.S.de; DEGRANDE, P.E.; MIRANDA, J.E.; SANTOS, W.J. Evaluation of the boll weevil *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) suppression program in the State of Goiás, Brazil. Neotropical Entomology, v.42, n.1, p.1-7, 2012.

MIRANDA, J.E.; RODRIGUES, S.M.M. História do bicudo no Brasil. In: BELOT, J.L. (Ed.). O bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis* Boh., 1843) nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle. Cuiabá: Instituto Mato-grossense do Algodão – IMAmt, 2015. p.9-46. (IMAmt. Boletim de P&D, 2).

MIRANDA, J.E.; RODRIGUES, S.M.M. O tamanho do prejuízo do bicudo e a necessidade do monitoramento. Revista Cultivar, n.232, p.8-11, 2018.

MORAES, D.S.; SANTOS, R.; MARKS, A. Boas práticas fitossanitárias do algodão. Chapadão do Sul: Ampasul, 2017. 8p. (Ampasul. Informativo, 146).

ROLIM, G.G.; NETTO, C, J.; Mortalidade do bicudo-do algodoeiro após contato em resíduo seco de diferentes inseticidas utilizados na cultura do algodoeiro – Safra 2017/2018. Rondonópolis: IMAmt, 2018. 8p. (IMAmt. Circular Técnica, 39).

ROLIM, G.G.; NETTO, C, J.; Mortalidade do bicudo-do algodoeiro após contato em resíduo seco de inseticidas utilizados na cotonicultura – Safra 2019/2020. Rondonópolis: Instituto Mato-grossense do Algodão - IMAmt, 2020. 8p. (IMAmt. Circular Técnica, 46).

SANTOS, J.M.F. Princípios básicos da aplicação de agrotóxicos. Revista Visão Agrícola, v.6, p.59-63, 2006.

SANTOS, W. J. Bicudo e brocas no algodão. Cultivar Grandes Culturas, n.36, p.12-16, 2002.

SANTOS, W.J. Medidas estratégicas de controle do bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis* Boh., 1843). In: BELOT, J.L. (Ed.). O bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis* Boh., 1843) nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle. Cuiabá: Instituto Mato-grossense do Algodão – IMAmt, 2015. p.76-91. (IMAmt. Boletim de P&D, 2).

SARAN, P.E. Manejo de bicudo em algodoeiro. Revista Cultivar, n.194, p.38-42, 2015.

TOMQUELSKI, G. V.; MARTINS, G. M. Bicudo em algodão. Cultivar Grandes Culturas, n.111, p.42-45, 2008.

## CAPÍTULO 8

# ANÁLISE DO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE CINCO VARIEDADES DE MIRTILO CULTIVADOS EM SISTEMA AGROECOLÓGICO NA REGIÃO DO ALTO VALE DO ITAJAÍ/SC

Data de aceite: 01/12/2020

### Laiana Neri de Souza

Discente do curso de Agronomia  
Bacharelado  
Instituto Federal Catarinense,  
Campus Rio do Sul  
laianansd@gmail.com  
<http://lattes.cnpq.br/9086726549388340>

### Leonardo de Oliveira Neves

Doutor, Docente curso de Agronomia  
Bacharelado  
Instituto Federal Catarinense,  
Campus Rio do Sul  
leonardo.neves@ifc.edu.br  
<http://lattes.cnpq.br/6471528381313886>

### Flávia Queiroz de Oliveira

Doutora, Docente do curso de Agronomia  
Bacharelado  
Instituto Federal Catarinense,  
Campus Rio do Sul  
flavia.oliveira@ifc.edu.br  
<http://lattes.cnpq.br/0196350763917289>

**RESUMO:** O mirtilo (*Vaccinium* sp.) é uma espécie de clima temperado, com excelente potencial econômico e pouco cultivado no Estado de Santa Catarina. Assim, o objetivo deste projeto foi analisar a adaptabilidade de cinco variedades de mirtilo cultivados em sistema agroecológico na região do Alto Vale do Itajaí, no Estado de Santa Catarina. O experimento foi realizado no Instituto Federal Catarinense, campus Rio do Sul, em

uma área de 100 m<sup>2</sup>, no período de setembro de 2017 a agosto de 2018. Foram realizadas medições mensais da altura da planta e do diâmetro de caule de 100 mudas de mirtilo, sendo 20 mudas de cada variedade (Delite, Powderblue, Bluegem, Clímax e Woodard), todos do grupo Rabbiteye, mais resistentes as variações de tempo e clima. Todos os meses era realizado o manejo das plantas através de adubações com esterco de peru e aplicações de calda bordalesa e sulfocálcica para fortalecimento das plantas. A variedade Clímax apresentou melhor desempenho em todas as medições realizadas perante as outras variedades, mostrando bom potencial de crescimento e desenvolvimento para a Região do Alto Vale.

**PALAVRA-CHAVE:** Adaptabilidade, Variedade, Rabbiteye, Rio do Sul

### INTRODUÇÃO

O mirtilo (*Vaccinium* sp.) membro da família Ericaceae é uma espécie de frutífera de clima temperado, que apresenta grande importância comercial em países da Europa e nos Estados Unidos, de onde é originária. Possui polpa de sabor agridoce, sendo muito apreciada por seu sabor exótico, pelo valor econômico e por seus poderes medicinais, tornando-se conhecida como “**fonte da longevidade**” (MADAIL; SANTOS, 2006).

A análise de crescimento não destrutiva, como o próprio nome indica, visa

estudar o aumento dos fitos sistemas eucarióticos, sem destruir as plantas e, assim, os mesmos indivíduos podem ser mensurados durante o ciclo biológico. Neste caso, os valores primários são a altura das plantas, o diâmetro caulinar, a área foliar e o volume e área externa dos frutos (SILVA et al., 1995). A análise de crescimento é uma aproximação explicativa, holística e integrativa usada para interpretar a forma e a utilidade da planta (HUNT et al., 1979).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi analisar a adaptabilidade de cinco cultivares de mirtilo conduzidas em sistema agroecológico para as condições climáticas da região do Alto Vale do Itajaí/SC.

## METODOLOGIA

O trabalho foi realizado na área experimental do PET (Programa de educação tutorial) Agroecologia localizado no Instituto Federal Catarinense (IFC), campus Rio do Sul (27° 11' 07" S; 49° 39' 52" W; alt. 660 m). Segundo a classificação climática de Köppen (1931) a região de estudo foi caracterizada como Cfa (Clima subtropical úmido com verão quente, com temperaturas superiores a 22°C com o mês mais seco com chuvas acima de 30 mm).

O plantio das mudas de mirtilo foi realizado no dia 12 de setembro de 2017, foi realizada uma avaliação a cada trinta dias, totalizando seis medições, em uma área de aproximadamente 100 m<sup>2</sup>, foram utilizadas cinco cultivares de mirtilo, sendo: POWDERBLUE, CLIMAX, WOODARD, DELITE, BLUEGEM, todas as variedades do grupo Rabbiteye (EMBRAPA, 2018). O delineamento experimental em blocos casualizados, sendo cada bloco de 5 m<sup>2</sup> contendo com 04 plantas, totalizando 26 blocos e 104 plantas, as mudas foram implantadas com 0,50 m entre plantas e 1,50 m entre linhas.

Foram realizadas medições do diâmetro de caule e a altura da planta, com base nos dados obtidos em cada avaliação estimaram-se algumas características de crescimento das mudas de acordo com a metodologia de Benincasa (2003), relacionadas abaixo:

- **Taxa de crescimento absoluto altura da planta (TCAAP):** Obtida pela Equação 01, expressa em cm.d<sup>-1</sup>.

$$TCAAP = \frac{L_2 - L_1}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

Onde: **L<sub>1</sub>** - Medida da altura da planta no tempo **t<sub>1</sub>**, cm; **L<sub>2</sub>** - Medida da altura da planta no tempo **t<sub>2</sub>**, cm; (**t<sub>2</sub> - t<sub>1</sub>**) - Intervalo de tempo entre as coletas, dias.

- **Taxa de crescimento absoluto em espessura caulinar (TCAEC):** Calculada pela Equação 02 e expressa em cm.d<sup>-1</sup>.

$$TCAEC = \frac{D_2 - D_1}{(t_2 - t_1)} \quad (2)$$

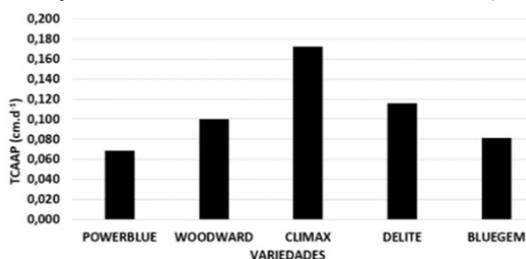
Onde:  $D_1$  - Diâmetro caulinar medido no tempo  $t_1$ , cm;  $D_2$  - Diâmetro caulinar medido no tempo  $t_2$ , cm;  $(t_2 - t_1)$  - Intervalo de tempo entre as coletas, dias.

Os dados foram tabulados e analisados em planilhas eletrônicas, utilizando o software Excel, sendo submetidos a análise de regressão e a análise de média.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A **FIGURA 01** apresenta a variação da taxa de crescimento absoluto da altura da planta (TCAAP) para as cultivares de mirtilo. Observa-se que o cultivar Clímax apresentou melhor desempenho na variável TCAAP, com média de crescimento de 0,172 cm.d<sup>-1</sup>. As variedades Delite, Woodward e Bluegem apresentaram médias de crescimento semelhantes 0,116 cm.d<sup>-1</sup>, 0,100 cm.d<sup>-1</sup> e 0,081 cm.d<sup>-1</sup>, respectivamente. O pior desempenho foi observado com a variedade Powderblue, com média de crescimento de 0,069 cm.d<sup>-1</sup>. Resultados semelhantes foram encontrados por Beltrão et al. (1990) em estudo realizado com a cultura do algodão no sertão da Paraíba.

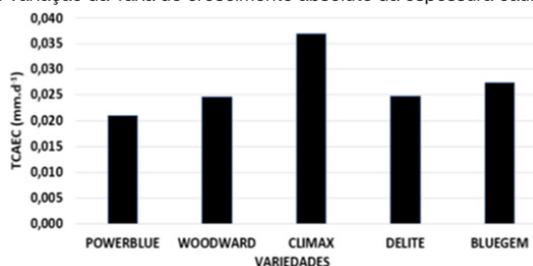
**FIGURA 01.** Variação da Taxa de crescimento absoluto da altura da planta (TCAAP).



Autor: Laiana Neri de Souza

A **FIGURA 02** apresenta a variação da taxa de crescimento absoluto da espessura caulinar (TCAEC) para os cultivares de mirtilo. Observa-se que a cultivar Clímax apresentou melhor desempenho na variável TCAEC, com média de crescimento de 0,0369 mm.d<sup>-1</sup>. As variedades Bluegem, Delite e Woodward apresentaram médias de crescimento semelhantes 0,0273 mm.d<sup>-1</sup>, 0,0247 mm.d<sup>-1</sup> e 0,0246 mm.d<sup>-1</sup>, respectivamente. O pior desempenho foi observado com a cultivar Powerblue, com média de crescimento de 0,0210 mm.d<sup>-1</sup>.

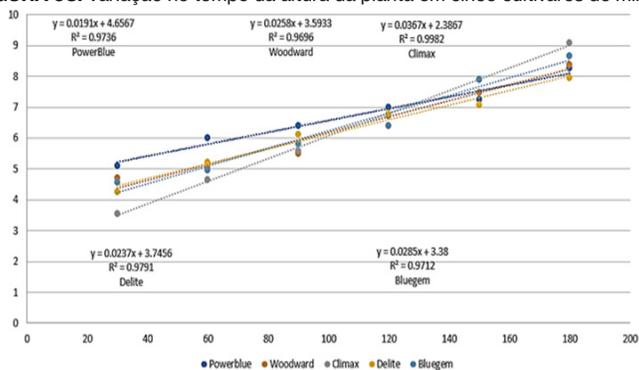
**FIGURA 02.** Variação da Taxa de crescimento absoluto da espessura caulinar (TCAEC).



Autor: Laiana Neri de Souza

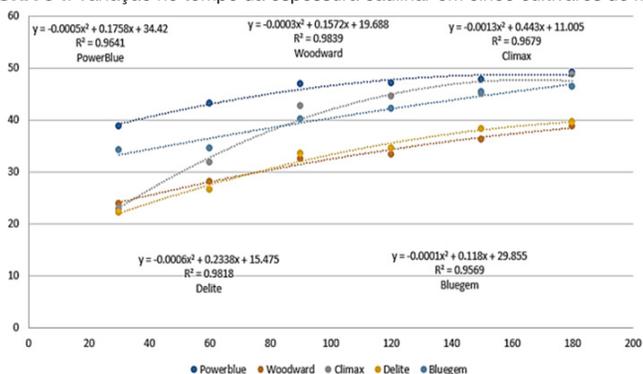
São apresentadas as regressões em função do tempo das variáveis alturas da planta e espessura caulinar na **FIGURA 3** e **FIGURA 4**, respectivamente. Observa-se na **FIGURA 3** que o comportamento das cultivares para a altura da planta é quadrático, e na **FIGURA 4** as variedades se comportaram de forma linear para a espessura caulinar. Observa-se na **FIGURA 3** que a variedade **POWERBLUE** apresentou maior altura de planta, porém a taxa de crescimento absoluto apresentou amplitude constante, ou seja, com pouca variação, a cultivar tem a maior amplitude na taxa de crescimento, com pico de crescimento nos primeiros meses. Esse mesmo comportamento da variedade **CLÍMAX** foi verificado também para a variável espessura caulinar.

**FIGURA 03.** Variação no tempo da altura da planta em cinco cultivares de mirtilo.



Autor: Leonardo Neves

**FIGURA 04.** Variação no tempo da espessura caulinar em cinco cultivares de mirtilo.



Autor: Leonardo Neves

## CONCLUSÕES

A cultivar **Clímax** apresentou melhor desempenho nas taxas de crescimento absoluto de altura da planta e espessura caulinar. No entanto, a pesquisa está em andamento para com intuito de obter resultados mais conclusivos de qual variedade apresenta a melhor adaptação para região.

## OBSERVAÇÕES

Trabalho continua em processo de estudos e desenvolvimento.

## AGRADECIMENTO

Ao FNDE pelo fomento cedido para realizar esse projeto.

## REFERÊNCIAS

BENINCASA, M. M. P. **Análise de Crescimento de Plantas (Noções Básicas)**. Jaboticabal: Funep, 2003. 41 p.

HUNT, R. **Plant growth analysis: the rationale behind the use of the fitted mathematical function**. *Annals of Botany*, v. 43, p. 245-249, 1979.

KÖPPEN, W. *Grundriss der klimakunde*. Berlin: W. Guyter, 1931. 390p.

MADAIL, J.C.M.; SANTOS, A.M. dos. Cultivo do mirtilo (*Vaccinium* spp.). Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. p.93-96. 99p. (Sistema de Produção, 8). Disponível em : 114 <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/745223/1/sistema08.pdf> Acesso em: 20/04/2019.

SILVA, L. C.; FIDELES FILHO, J.; BELTRÃO, N. E. de M.; RAMANA RAO, T. V.; SANTOS, J. W. dos. **Análise de crescimento de amendoim submetido a diferentes níveis de irrigação**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 9., 1995. Campina Grande, PB. Anais... Campina Grande: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1995. p. 145-146.

## CAPÍTULO 9

### QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA UTILIZADAS NO ESTADO DE MATO GROSSO

Data de submissão: 17/09/2020

Data de aceite: 01/12/2020

#### Magda da Fonseca Chagas

Universidade Federal de Lavras, Programa de Pós-Graduação Fitotecnia/Produção e Tecnologia de Sementes  
Lavras – Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/0606908136818712>

#### Renato Mendes Guimarães

Universidade Federal de Lavras, Programa de Pós-Graduação Fitotecnia/Produção e Tecnologia de Sementes  
Lavras – Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/0469666950995989>

#### Wanderlei Dias Guerra

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento- MAPA, Alameda Aníbal Molina S/N, 78115-901  
Várzea Grande - Mato Grosso  
<http://lattes.cnpq.br/1404295185432268>

**RESUMO:** Objetivou-se neste trabalho avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja utilizadas por produtores no estado de Mato Grosso na safra 2013/2014. As sementes foram cedidas pela Associação de Produtores de Soja e Milho de Mato Grosso – APROSOJA/MT coletadas durante o V circuito Tecnológico promovido pela instituição. Foram avaliados cultivares provenientes de diversas regiões e empresas, que constituíram 766 amostras de sementes de soja utilizadas por agricultores. Foram realizados testes de Germinação (%)

e Primeira contagem (%). Para a avaliação da qualidade sanitária, foram utilizados testes de Sanidade (Blotter – Test) e específico NEON para detecção de *Sclerotinia sclerotiorum*. As análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Sementes e Laboratório de Patologia de Sementes, localizados na UFLA. A apresentação dos dados foi realizada por meio de estatística descritiva e programa SPSS Versão 20.0. Os resultados foram discutidos em relação as diferenças observadas por região do estado. Os principais patógenos associados às sementes foram *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e *Fusarium semitectum*. No sudeste foi observada maior incidência de patógenos. As sementes utilizadas no Estado do Mato grosso, em média tem percentual de germinação de 80%. Não foi encontrado *Sclerotinia sclerotiorum* nas amostras.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Glycine max*, Vigor, Patologia de Sementes.

#### QUALITY OF SOYBEAN SEEDS USED IN THE STATE OF MATO GROSSO

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the physiological and sanitary quality of soybean seeds used by farmers in the state of Mato Grosso in 2013/14 harvest. Seeds were provided by the Association of Producers of Corn and Soybeans in Mato Grosso - APROSOJA / MT and collected during the V Technological circuit promoted

by the institution. Several cultivars from different regions and companies, which were 766 random samples of soybean seeds used by farmers. To evaluate the physiological seed quality, the tests of Germination (%) and First Count (%) were performed. As for the assessment of the sanitary quality, the seeds were evaluated using the Sanity test (Blotter - Test) and specific NEON medium for detection of *Sclerotinia sclerotiorum*. The analyzes were performed at the Laboratory of Seed Analysis - LAS Laboratory of Seeds and Pathology - LAPS, both located in UFLA. The presentation of the data was performed using descriptive statistics and used the program SPSS. Results were discussed in relation to the observed differences by region of the state. The main pathogens associated with soybean seeds were *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. and *Fusarium semitectum*. Southeast has a higher incidence and maximum of pathogens. The seeds used in the state of Mato Grosso has, average, 80% of Germination. It has not been found *Sclerotinia sclerotiorum*.

**KEYWORDS:** *Glycine max*, vigor, seed pathology.

## 1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) constitui uma espécie de grande interesse socioeconômico, em função dos teores elevados de proteína, minerais e carboidratos, da produtividade de grãos e da possibilidade de adaptação a ambientes diversos. Assim como na produção de grãos, a qualidade da semente de soja pode ser influenciada por diversos fatores, como os ambientais que podem ocorrer no campo antes, durante a colheita e ao longo de todas as demais etapas da produção, além dos característicos ao próprio cultivar. Qualidade física, genética, sanitária e fisiológica são os atributos básicos na formação das sementes e a somatória destes é o que determina o seu potencial de desempenho e, conseqüentemente, o valor para a semeadura e a qualidade da lavoura a ser implantada. Para se obter sementes de qualidade, a produção deve ser realizada com controle rigoroso sobre todos os fatores que a possam reduzir. Este controle se estende até a comercialização, de forma a garantir a qualidade do lote produzido.

A maioria dos patógenos é transmitida por intermédio das sementes e, portanto, o uso de sementes sadias ou o tratamento é essencial para a prevenção ou a redução das perdas (Embrapa, 2004), especialmente em fronteiras agrícolas. Os danos decorrentes da associação de patógenos com sementes não se limitam apenas às perdas diretas de população de plantas no campo, mas abrangem também uma série de outras implicações que, de forma mais acentuada, podem levar a danos irreparáveis ao campo de produção, como má formação de plantas, danos nos grãos e até mesmo redução da produtividade. Diante desta problemática e da necessidade de se conhecer a situação fitossanitária e fisiológica das sementes de soja utilizadas em Mato Grosso, com vistas a contribuir para o desenvolvimento da cultura dessa espécie no Estado, neste trabalho teve-se por

objetivo avaliar a qualidade sanitária e fisiológica da semente de soja utilizada no maior estado produtor do Brasil.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

As sementes foram coletadas em todas as mesorregiões do estado durante expedições do V Circuito Tecnológico da Associação de Produtores de Soja e Milho do Estado de Mato Grosso – APROSOJA/MT, no período de 07 a 18 de outubro de 2013, de diferentes cultivares, provenientes de diversas empresas produtoras de sementes. Foram coletadas amostras das sementes disponíveis no armazém do agricultor ou diretamente em semeadoras durante o plantio. Essas sementes foram utilizadas na safra 13/14 por produtores associados à APROSOJA e cedidas pela entidade para a realização deste trabalho.

As análises foram realizadas no Laboratório Central de Análise de Sementes e Laboratório de Patologia de Sementes, da Universidade Federal de Lavras–MG.

Para as análises fisiológicas e sanitárias foram utilizadas metodologias padrão de Teste de Germinação e Primeira contagem de Germinação; para sanidade: Blotter-Test (Identificação de patógenos associados às sementes) e Incubação meio ágar-Bromofenol - NEON (Específico para detecção de *Sclerotinia sclerotiorum*), descritas pelas Regras de Análises de Sementes (Brasil, 2009).

Os resultados estão apresentados pela distribuição da frequência em que ocorreram por região e estratificados em níveis de ocorrência.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletadas 766 amostras em 398 propriedades do estado de Mato Grosso, das categorias: Sementes básicas (1,8%), Certificadas 1ª geração – C1 (5,13%), Certificadas 2ª geração – C2 (1,89%), Sem certificação 1ª geração – S1 (36,05%) e sem Certificação 2ª geração – S2 (55,13%), caracterizando o panorama sobre as categorias de sementes soja comercializadas no estado com 91,18% de sementes não certificadas e 8,82% de sementes certificadas. Do total de amostras coletadas, 258 eram tratadas com produtos químicos e 97 destas já estavam com grafite, produto utilizado com objetivo de facilitar o plantio em maquinário com sistema a vácuo (Tabela 1). Sementes tratadas têm sido cada vez mais utilizadas por agricultores, vez que as próprias sementeiras já oferecem este serviço, ou mesmo nas propriedades. É provável que a maioria dos lotes que foram aqui considerados não tratados, tenham recebido tratamento nas propriedades após coletados pelas equipes do circuito tecnológico, já que a maioria destas ainda se encontravam em sacarias nos armazéns das fazendas.

**Tabela 1.** Área plantada, número de amostras e porcentagem de utilização de tratamento químico das amostras de sementes utilizadas no estado de Mato Grosso na safra 2013/2014.

	Área plantada <sup>1</sup>	Nº Amostras	Tratadas (%)
Centro-Sul	617.512	67	26,9
Sudeste	1.746.499	129	47,3
Nordeste	1.200.574	145	36,6
Norte	146.821	2	-
Médio-Norte	3.001.212	233	29,2
Noroeste	535.051	25	16,0
Oeste	1.074.855	121	32,2
Sem Identificação	-	44	31,8
Mato Grosso	8.322.524	766	33,7

<sup>1</sup>Fonte: IMEA/2014

### 3.1. SANIDADE

Nas sementes de soja utilizadas no estado de Mato Grosso foi observada a presença de 13 gêneros de fungos associados às sementes, sendo eles *Aspergillus* spp., *Fusarium semitectum*, *Cladosporium* spp., *Alternaria alternata*, *Penicillium* spp., *Colletotrichum truncatum*, *Cercospora kikuchii*, *Phoma* spp., *Phomopsis* sojæ, *Curvularia* spp., *Periconia* spp., *Chetomio* spp., *Nigróspora* spp. e Leveduras/bactérias. Considerando os agentes fitopatogênicos, os gêneros fúngicos mais observados foram *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium*. As médias encontradas podem ser consideradas altas em relação ao encontrado por Henning e Yuyama (1999) em levantamento de qualidade de sementes de soja produzidas em diversas regiões do país e, por Goulart et al. (1995), em sementes provenientes de diversas regiões do Mato Grosso do Sul.

Nas sementes coletadas na região Centro Sul foram encontrados os patógenos *Aspergillus* spp, *Fusarium semitectum*, *Cladosporium* spp., *Alternaria alternata*, *Penicillium* spp., *Colletotrichum truncatum*, *Cercospora kikuchii*, *Phoma* spp., *Phomopsis* spp., *Curvularia* spp., *Periconia* spp., *Chetomio* spp., *Nigróspora* spp. e Leveduras e bactérias. Os fitopatógenos de maior importância foram *Aspergillus* spp., *Fusarium semitectum* e *Penicillium* spp., com incidência média de 5,63%, 2,81% e 3,11%, respectivamente (Tabela 2).

Na região Sudeste, comparados com o encontrado nas amostras de todo o estado, foram observados níveis elevados dos patógenos *Colletotrichum truncatum* (0,79%) e *Phomopsis* spp. (0,49%). Os fitopatógenos mais encontrados na região Nordeste foram *Aspergillus* spp., *Fusarium semitectum* e *Penicillium* spp. com incidência média de 5,13%, 1,09% e 0,62% respectivamente. Nas sementes coletadas na região Norte não foi encontrado o fungo *Colletotrichum truncatum*, patógeno responsável pela antracnose na cultura da soja. Para *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. *Fusarium semitectum* e *Alternaria*

*alternata*, os níveis de incidência foram os menores em relação a todas as outras regiões analisadas (Tabela 2).

No Médio Norte foram encontrados níveis baixos, em relação a outras regiões, de patógenos relacionados à sementes de soja, a exceção de *Aspergillus* spp., com incidência de 4,38%. *Phoma* spp., com 0,15%. Já na região Noroeste, foram encontrados nove gêneros de patógenos associados às sementes, destacando-se os níveis de incidência média de *Aspergillus* spp., *Fusarium semitectum* e *Penicillium* spp., com 1,98%, 0,83% e 0,63%, respectivamente. Não foi encontrado o gênero *Phoma*. Na região Oeste foram encontrados os patógenos *Aspergillus* spp. (4,37%), *Penicillium* spp. (0,79%), *Fusarium semitectum* (1,77%), *Colletotrichum truncatum* (0,26%), *Cercospora kikuchii* (0,24%), *Cladosporium* spp. (0,61%) e Leveduras e bactérias (0,37%) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Incidência média de patógenos (%) encontrados em amostras de sementes de soja utilizadas nas diferentes regiões do estado de Mato Grosso na safra 2013/2014.

Gêneros de Patógenos	Centro-Sul	Sudeste	Nordeste	Norte	Médio-Norte	Noroeste	Oeste
ASPERGILLUS	5,63	5,61	5,13	1,0	4,38	1,98	4,37
PENICILLIUM	3,11	1,42	0,62	0,25	0,80	0,63	0,79
FUSARIUM	2,81	2,02	1,09	1,0	1,35	0,83	1,77
COLLETOTRICHUM	0,66	0,79	0,09	-	0,43	0,10	0,26
CERCOSPORA	0,33	0,25	0,13	0,5	0,23	0,02	0,24
PHOMA	0,09	0,14	0,06	-	0,15	-	0,07
PHOMOPSIS	0,36	0,49	0,10	-	0,29	0,10	0,25
CLADOSPORIUM	0,58	0,73	0,36	4,5	0,68	0,29	0,61
ALTERNARIA	0,07	0,13	0,05	0,25	0,12	0,04	0,10
LEVEDURA/BACTERIA	0,33	0,55	0,24	1,25	0,28	0,31	0,37

De maneira geral, *Aspergillus* spp, *Fusarium semitectum* e *Penicillium* spp. foram os fungos de armazenamento associados às sementes mais encontrados. Os valores são semelhantes àqueles detectados por Henning e Yuyama, 1999; Pereira et al., 1994; Costa et al., 2003; Minuzzi, 2010 e Danelli, 2011). Segundo Goulart (1997), sementes colhidas com teores elevados de umidade, um retardamento do início da secagem por alguns dias é suficiente para reduzir sua qualidade devido à ação *Aspergillus* spp. e quando em alta incidência, pode reduzir o poder germinativo. Goulart (2005) relata que *Fusarium semitectum*, *Cercospora kikuchii*, *Colletotrichum truncatum*, *Phomopsis* spp. e *Aspergillus* spp. são patógenos causadores de doenças de importância econômica na cultura da soja e que *Alternaria alternata* e *Penicillium* spp. são considerados de importância secundária, porém observados com bastante frequência em análises de sementes. De acordo com

Goulart (1997, 2005), *Colletotrichum truncatum*, fungo causador da antracnose, pode causar deterioração da semente, morte de plântulas e infecção sistêmica em plantas adultas.

Além do método propagativo em sementes, o patógeno uma vez introduzido por sementes infectadas, sobrevive na entressafra em restos de cultura. Goulart diz ainda que, de maneira geral, a incidência desse patógeno nas sementes é baixa e que dificilmente obtém-se um lote de sementes com níveis elevados de *C. truncatum*, o que está de acordo com os resultados encontrados nesse trabalho, com incidência média de 0,41% no estado, destacando-se a região Sudeste com 0,93%, e com os encontrados por Goulart et al. (1995), Henning e Yuyama (1999) e (Costa et al., 2003). Já para o patógeno *Cercospora kikuchii*, causador da mancha púrpura, foram observados níveis de incidência em média de 0,22%, abaixo do encontrado por Goulart (1995) e Henning e Yuyama (1999), com médias de 4,4% e 3,3%, respectivamente.

O teste do meio agarizado (específico NEON) para identificação de *Sclerotinia sclerotiorum*, agente causador da doença do mofo branco da soja, não detectou amostras com presença do fungo. Os resultados assemelham-se aos encontrados por Henneberg et al. (2011) em levantamento de incidência de *Sclerotinia sclerotiorum* em 50 cultivares de soja produzidas em diversas áreas do estado do Paraná. Teles et al. (2013) não encontraram correlação entre a quantidade de escleródios na amostra e a incidência de *S. sclerotiorum* na forma micelial. Já Henneberg et al. (2012) afirmam que a detecção da transmissibilidade da doença por meio da semente é muito complexa, uma vez que depende de diversos fatores, como grau de contaminação do patógeno, amostragem e armazenamento. A semente infectada artificialmente em laboratório por *S. sclerotiorum* é facilmente detectada pelos testes de sanidade de sementes, porém em infecções naturais, a detecção depende do grau de contaminação do patógeno e a expressão da doença externa na semente pode variar.

### 3.2. VIGOR E GERMINAÇÃO

As 766 amostras foram analisadas pelos testes de Tetrazólio, Germinação e Primeira Contagem de Germinação. Foram encontrados valores médios de 71,8% de germinação; 60,4% de vigor pelo teste de primeira contagem de germinação; 73% de vigor e 92% de viabilidade pelo teste de Tetrazólio.

Das amostras coletadas na região Centro Sul do estado, observou-se média de germinação de 72,06% e menor valor de vigor máximo pelo teste de germinação, com 90,5%, em relação às outras regiões analisadas. Na região Nordeste, identificou-se nível de germinação de 70,63%. No Norte identificou-se germinação superior as

outras regiões amostradas, com média de 88,5%. Na região Médio Norte identificou-se níveis de germinação de 73,28% e valores de vigor na primeira contagem superior em relação as outras regiões analisadas, com 69%. No Noroeste, observou-se o menor nível de germinação (62,18%) em relação as outras regiões analisadas. Na região Oeste, a germinação média foi de 70,05% (Tabela 3).

De maneira geral observa-se níveis baixos de germinação de sementes utilizadas no estado de Mato Grosso em relação ao estabelecido pela Instrução normativa nº 45, de 80%, com médias de 71,85%. Tais resultados assemelham-se aos encontrados por Costa et al (2003) em amostras de soja coletadas em 4 estados do país. Tais níveis baixos podem ser explicados pelo longo período de armazenamento, provavelmente realizado de maneira incorreta pelo agricultor, em ambientes diferentes daqueles considerados ideais.

**Tabela 3.** Germinação, vigor, em porcentagem, e desvio padrão de amostras de sementes de soja utilizadas no estado de Mato Grosso na safra 2013/2014.

	GERMINAÇÃO (%)		VIGOR G.	
	Médias	Máximas	Médias	Máximas
Centro Sul	72,06	99	58,17	90,5
Sudeste	72,16	99	60,32	97
Nordeste	70,63	97,5	60,47	94,5
Norte	88,5	94,5	69	91,5
Médio Norte	73,28	100	62,01	100
Noroeste	62,18	98	53,36	97
Oeste	70,05	97	58,13	94,5

De acordo com a Embrapa (2004), para conservação do potencial fisiológico (vigor e germinação), os produtores de soja devem armazenar as sementes em galpão bem ventilado, sobre estrados de madeira, e dentro do armazém a temperatura não deve ultrapassar 25°C e a umidade relativa não deve ultrapassar 70%. De maneira complementar, França Neto et al. (2007) afirmam que regiões com altitude mais elevada, com temperatura e umidade relativa do ar mais baixas, contém a melhor condição para armazenar semente de soja. De maneira geral, conforme Scheeren et al. (2010) relatam, lotes de maior vigor proporcionam lavouras com produtividade superior em relação a lotes de menor qualidade. Além dos fatores intrínsecos, diversos outros interferem para que ocorra queda do potencial germinativo, devendo-se então proporcionar ambientes e tratamentos que auxiliem na manutenção do potencial fisiológico das sementes.

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitos são os fatores que podem interferir na qualidade física e fisiológica de lotes de sementes de soja. Cabe ao produtor de sementes e ao agricultor manejar lavouras e armazenamento de maneira que tais fatores sejam minimizados e que a queda da qualidade seja atenuada.

Os principais patógenos associados à sementes de soja foram *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e *Fusarium semitectum*. A incidência dos patógenos é variável em função da região onde as amostras foram coletadas. A maior incidência de patógenos foi observada nas amostras de sementes utilizadas na região sudeste. As sementes utilizadas no Estado do Mato grosso, em média tem percentual de germinação de 80%.

## 5. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Fundo Mato-Grossense de apoio à cultura da semente (FASE-MT) pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. – Brasília: Mapa/ACS, 2009. 200 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Soja**. 2014 <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja> . Acesso em: 24 abr. 2014.

COSTA, N.P.; MESQUITA, C.M.; MAURINA, M.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. **Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil**. Revista Brasileira de Sementes, v.25, n.1, p.128-132, 2003.

DANELLI, A. L.; et al. **Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja em função do tratamento químico de sementes e foliar no campo**. Ciencia y Tecnología, v. I.4, p.29-037, 2011.

EMBRAPA, **Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil**. 2004, Sistema de Produção, n.1.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; PÁDUA, G.P.; COSTA, N.P.; HENNING, A.A. **Tecnologia para produção de sementes de soja de alta qualidade – Série Sementes**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 12p. (Embrapa Soja, Circular Técnica 40)

GALLI, J.A.; PANIZZI, R.C.; VIEIRA, R.D. **Efeito de Colletotrichum dematium var. truncata e Phomopsis sojae na qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja**. Summa phytopathol. v.33, n.1, p.40-46. 2007.

GOULART, A.C.P.; F.A.; PAIVA.; P.J.M. Andrade. **Qualidade sanitária de sementes de soja (Glycine max (L.) Merrill) produzidas no Mato Grosso do Sul**. Revista Brasileira de Sementes. v.17, n.1, p.42-46. 1995.

GOULART, A.C.P. **Fungos em sementes de soja: detecção e importância.** Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1997. 58p.

GOULART, A. C. P. **Fungos em sementes de soja: detecção, importância e controle.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005.72 p.

HENNEBERG, L.; JACCOUD FILHO, D.S.; RAURO, L.; PANOBIANCO, M. **Efficiency of methods to detect Sclerotinia sclerotiorum in commercial soybean seed lots.** Revista Brasileira de Sementes, v.34, n.1, p.61-69, 2012.

HENNEBERG, L.; JACCOUD FILHO, D.S.; GRABICOSKI, E.M.G.; PANOBIANCO, M. **Importância da detecção de Sclerotinia sclerotiorum em sementes de soja.** Informativo Abrates, v.21, n.3, 2011.

HENNING, A.A.;YUYAMA, M.M. Levantamento da qualidade sanitária de sementes de soja produzidas em diversas regiões do Brasil, entre as safras 1992/93 e 1996/97. Revista Brasileira de Sementes, v.21, n.1, p.18-26, 1999.

INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA SOJA 2013/14: **ACOMPANHAMENTO DE SEMEADURA POR MUNICÍPIO.** [http://www.imea.com.br/upload/publicacoes/arquivos/R404\\_05\\_12\\_13\\_Tratamento\\_semeadura\\_13-14.pdf](http://www.imea.com.br/upload/publicacoes/arquivos/R404_05_12_13_Tratamento_semeadura_13-14.pdf)

MINUZZI, A.; BRACCINI, A.L.; RANGEL, M.A.S.; SCAPIM, C.A.; BARBOSA, M.C.; ALBRECHT, L.P. **Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado do Mato Grosso do Sul.** Revista Brasileira de Sementes, v.32, n.1, p.176-185, 2010.

PEREIRA, G.F.A.; MACHADO, J.C.; XAVIER DA SILVA, R.L.; OLIVEIRA, S.M.A. **Fungos de armazenamento em lotes de sementes de soja descartados no estado de Minas Gerais na safra 1989/90.** Revista Brasileira de Sementes, v. 16, n.2, p.216-219, 1994.

PEREIRA, C.E.; OLIVEIRA, J.A.; EVANGELISTA, J.R.E.; BOTELHO, F.J.E.; OLIVEIRA, G.E.; TRENTINI, P. **Desempenho de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas durante o armazenamento.** Ciência e Agrotecnologia, v.31, n.3, p.656-665, maio/jun. 2007.

SCHEEREN, B.R.; PESKE, S.T.; SCHUCH, L.O.B.; BARROS, A.C.A. **Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja.** Revista Brasileira de Sementes, v.32, n.3 p.35-41, 2010

TELES, H.F. **Incidence of Sclerotinia sclerotiorum and the physical and physiological quality of soybean seeds based on processing stages.** Journal of Seed Science. v.35, n.4, p.409-418, 2013.

## RIZOBACTÉRIA KLUYVERA ASCORBATA: UMA NOVA ALIADA PARA O MANEJO DE PRAGAS AGRÍCOLAS

Data de submissão: 19/07/2020

Data de aceite: 01/12/2020

### Raul Duarte Diamantino

Engenheiro Agrônomo, IFTM,  
Campus Uberaba-MG  
duateraul@gmail.com

<http://lattes.cnpq.br/9187076325242297>

### Robson Thomaz Thuler

Professor Doutor do IFTM,  
Campus Uberaba-MG,  
rthuler@iftm.edu.br

<http://lattes.cnpq.br/8440685841603759>

**RESUMO:** Com a crescente demanda por tecnologia no setor agrícola e adoção de produtos químicos para o controle de pragas, o controle biológico participa, nesse contexto, como alternativa eficaz e sustentável. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de *Kluyvera acorbata*, isolado EN4, no desenvolvimento e mortalidade de *Chrysodeixis includens*, lagarta falsa medeiera. O experimento foi desenvolvido no laboratório de Entomologia do Instituto Federal do Triângulo Mineiro – Campus Uberaba, sob temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12h. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 5 repetições e 5 tratamentos, conforme descrito a seguir. Tratamento 1 – Incorporação da suspensão bacteriana à dieta artificial; tratamento 2 – Imersão de cubos de dieta

de  $1\text{ cm}^3$  na suspensão; tratamento 3 – aplicação superficial da suspensão sobre os cubos de dieta (*overlay*), por pulverização com aerógrafo acoplado a bomba de vácuo calibrada a uma pressão de  $0,3650\text{Kg}/\text{cm}^2$ , sob capela de exaustão; tratamento 4 – folha de planta oriunda de semente tratada com suspensão bacteriana e; tratamento 5 - Testemunha (sem adição de suspensão bacteriana). Constatou-se que não houve diferença estatística dentre os tratamentos e variáveis analisadas, exceto no tratamento 5 para formação de adultos, onde indica-se que, estatisticamente, os adultos mais bem formados são aqueles que não receberam dose alguma do isolado EN4.

**PALAVRAS-CHAVE:** Controle biológico, tratamento de sementes, falsa-medeiera.

### RHIZOBACTERIA KLUYVERA ASCORBATA: A NEW ALLY FOR AGRICULTURAL PEST MANAGEMENT

**ABSTRACT:** With the growing demand for technology in the agricultural sector and the adoption of chemical products for pest control, biological control participates in this context as an effective and sustainable alternative. The objective of this work was to evaluate the effect of the application of *Kluyvera acorbata*, isolated EN4, on the development and mortality of *Chrysodeixis includens*, false moth caterpillar. The experiment was carried out in the laboratory

of Entomology of the Federal Institute of the Triângulo Mineiro - Uberaba Campus, at a temperature of  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , relative humidity of  $70 \pm 10\%$  and photophase of 12h. The experimental design was completely randomized with 5 replicates and 5 treatments, as described below. Treatment 1 - Incorporation of the bacterial suspension into the artificial diet; treatment 2 - Immersion of  $1\text{ cm}^3$  diet cubes in the suspension; treatment 3 - superficial application of the suspension on the overlay cubes, by spraying with airbrush coupled to a vacuum pump calibrated at a pressure of  $0.3650\text{ Kgf} / \text{cm}^2$ , under the exhaust hood; treatment 4 - leaf of plant derived from seed treated with bacterial suspension and; treatment 5 - Control (without addition of bacterial suspension). It was found that there was no statistical difference between the treatments and variables analyzed, except in the treatment 5 for adult formation, where it is indicated that, the most well-formed adults are those who did not receive any dose of the EN4 isolate.

**KEYWORDS:** Biological control, seed treatment, soybean looper.

## INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max L.*) é uma planta da família das leguminosas originária da Ásia e que foi domesticada há cerca de 4500-4800 anos na região com o objetivo de utilizar o grão na dieta humana (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005).

No Brasil, a cultura se propagou no Rio Grande do Sul e até meados da década de 1930, esta era a região produtora de soja com a finalidade de utilizar o grão nas propriedades, como fonte de proteína na alimentação de suínos (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005).

A cultura da soja constitui uma das principais commodities de exportação do Brasil, sendo cultivada de Norte a Sul do país e ainda apresenta grandes perspectivas de expansão da área plantada e da produtividade (DALL'AGNOL et al., 2007). Na safra 2014/2015 foi plantada uma área de 32.092,9 milhões de hectares de soja no país e produzidos 96.228,0 milhões de toneladas do grão. No oitavo levantamento da safra brasileira, em maio de 2016, foi avaliado um aumento de 3,1% (33.082,3 milhões de hectares) da área plantada com a oleaginosa e na produção houve um aumento de 677,1 mil de toneladas, estimada em 96,9 milhões de toneladas. Apesar da queda (2,3%) na produtividade da cultura por problemas climáticos, com o aumento da área plantada houve crescimento de 0,7% na produção total do país em relação à safra anterior (CONAB, 2016).

Assim que as plântulas de soja emergem, as lagartas desfolhadoras começam a surgir atacando a parte aérea da cultura, podendo persistir até a fase final de maturação fisiológica. As principais espécies de lagartas que causam injúrias à soja e que apresentam potencial de danos na cultura são: *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), lagarta-da-soja; *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae),

falsa-medideira; *Chloridea virescens* (*Heliothis virescens*) (*Fabricius*) (Lepidoptera: Noctuidae), lagarta-das-maçãs; *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) e o complexo *Spodoptera spp.* (Lepidoptera: Noctuidae). Dentre as lagartas desfolhadoras que ocorrem na cultura da soja, a falsa-medideira, *C. includens*, tem-se destacado em razão de seus frequentes surtos populacionais na cultura, especialmente na região Centro-Oeste, e também devido a sua maior dificuldade de controle (ÁVILA; SOUZA, 2015).

A lagarta falsa-medideira era considerada até a safra 2002/2003 uma praga secundária da soja que não causava danos significativos à cultura, mas após isso ganhou status de praga-chave, devido ao aumento populacional em comparação com a lagarta-da-soja *A. gemmatalis* (GUEDES et. al., 2011). Os surtos populacionais da falsa-medideira têm sido atribuídos ao aumento do uso de fungicidas para o controle da ferrugem asiática. Logo, estes produtos também prejudicam o desenvolvimento do fungo *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson, inimigo natural da falsa-medideira (SOSA-GÓMEZ et al., 2003). Associado a essa prática, o emprego inadequado de inseticidas não seletivos também prejudica o desenvolvimento dos inimigos naturais das pragas na cultura (BUENO et al., 2007).

Nos estudos com Rizobactérias uma das ações que se visa é a ligação de rotas metabólicas responsáveis pela expressão de defesa da planta contra insetos e/ou patógenos. Tais rotas, existentes nas plantas, permanecem desligadas até o início de uma injúria causada por insetos, e geralmente sua expressão é baixa e sem orientação, o que dificulta a atuação sobre as pragas, no processo de defesa (THULER, 2006).

Com a inoculação de uma rizobactéria pretende-se alterar essa condição de forma que a expressão possa se dar mais rapidamente ou em maior grau, uma vez que em estudos previamente realizados, foi possível demonstrar grande alteração nos níveis de substâncias químicas geradas e no número de genes expressos nas plantas, sob condição de indução pela inoculação e fora dessa condição (MAFIA, 2004).

Espera-se que a comprovação do efeito das bactérias se dê com a realização de bioensaios em diferentes condições ambientais e de inoculação, para que se possa, de certa maneira, garantir o efeito, para uma posterior descoberta de substâncias e genes envolvidos no processo, que demanda insumos, que deverão ser aplicados em longo prazo (HARTHMANN, 2009).

Os objetivos do presente trabalho são, evidenciar os efeitos da rizobactéria em ação direta e indireta, para desenvolver o processo de aplicação ou utilização da mesma, no manejo da praga e estabelecer a forma de aplicação ou inoculação mais eficiente do isolado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no laboratório de Entomologia (LE – IFTM) do Instituto Federal do Triângulo Mineiro – Campus Uberaba, sob temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12h.

Para a composição da dieta artificial utilizou-se: água destilada (3400ml), feijão (tipo carioca) (250g), ágar (65g), germe de trigo (200g), caseína (75g), levedura de cerveja (125g), ácido ascórbico (12g), solução vitamínica (20 ml), tetraciclina (1g), formaldeído 40% (12ml), nipagin (10g), ácido sórbico (6g) e proteína de soja (100g).

As lagartas eclodidas foram colocadas com auxílio de pincel e mantidas em copos plásticos descartáveis (50ml) tampados, duas lagartas por copo, alimentadas com dieta artificial desenvolvida por Greene et al. (1976) a base de feijão, levedura de cerveja, proteína de soja, caseína, germe de trigo entre outros, durante todo o ciclo, onde são mantidas até a emergência dos adultos, que foram transferidos para gaiolas internamente revestidas com papel sulfite branco e fechados na parte superior com tecido tipo voil para aeração, da gaiola, possibilitando manutenção desta fase e retirada da postura dando continuidade ao ciclo dos insetos. Nesta fase o alimento constitui-se de uma solução aquosa de mel a 10% embebida no algodão em copo plástico descartável de 50ml, depositado no fundo da gaiola. Esta metodologia, descrita resumidamente, segue a desenvolvida por Barreto et al. (1999) e adaptada por Parra (2001), com pequenas adaptações dos vasilhames e acessórios, para as condições do laboratório.

A manutenção dos isolados foi feita seguindo um método tradicional, usado por microbiologistas e fitopatologistas, recomendado para períodos de experimentação, e denominado Método de subculturas periódicas. Para tanto, as bactérias foram transferidas para placas de Petri com meio de cultura NYDA e incubadas por 48-72 h. As placas contendo as culturas serão conservadas em geladeira ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ).

A preservação feita seguiu dois métodos comumente utilizados, a dessecação em tiras de papel filtro e o método da água esterilizada. O processo foi realizado no laboratório de Microbiologia e no laboratório de Entomologia do IFTM – Campus Uberaba-MG. Os testes foram realizados com o isolado EN4 da *rizobactéria Kluyvera ascorbata*, tendo em vista que em testes anteriores, esse foi o isolado que mais se destacou para efeitos negativos sobre a biologia de diferentes insetos.

Para a execução do experimento utilizou-se como substrato a dieta artificial, para as diferentes espécies de lepidópteros, bem como variedade convencional (sem transgenia Bt) de soja, cujas sementes foram inoculadas com a mesma suspensão de rizobactéria utilizada nos tratamentos com dieta. A suspensão com o isolado EN4 foi

preparada numa concentração de  $9 \times 10^8$  UFC/mL que foi utilizada sob diferentes formas de aplicação na dieta e no tratamento das sementes.

A concentração da suspensão foi aferida pela equação  $y = e^{(6,702 - 9,041x + 11,159x^2)}$ , utilizando-se os valores de absorvância de 0,77nm, obtidos pela medição em espectrofotômetro, que foi realizada no Laboratório Entomológico - IFTM. As repetições foram acondicionadas em placa de Petri denominadas como unidades experimentais. Cada unidade experimental recebeu 10 lagartas de *C. includens*, posteriormente envolvidas com filme plástico de PVC, para evitar a fuga das lagartas e manter a umidade dentro da unidade experimental. Nessa fase foi observada a duração e a viabilidade das lagartas, diariamente, até a formação das pupas, para determinação da duração e viabilidade totais.

As pupas foram retiradas e individualizadas para observação da duração e viabilidade da fase. Sendo as mesmas mantidas isoladas até a emergência dos adultos, quando foram formados os casais que foram liberados dois por gaiola, para determinação da longevidade de machos e fêmeas, fecundidade e fertilidade das fêmeas. Finalmente, os dados foram submetidos à análise de variância e confrontados por teste de média quando apresentaram diferenças significativas.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 5 repetições e 5 tratamentos, conforme descrito a seguir. Tratamento 1 – Incorporação da suspensão bacteriana à dieta artificial; tratamento 2 – Imersão de cubos de dieta de  $1 \text{ cm}^3$  na suspensão bacteriana (EN4); tratamento 3 – aplicação superficial da suspensão sobre os cubos de dieta (*overlay*), por pulverização com aerógrafo acoplado a bomba de vácuo calibrada a uma pressão de  $0,3650 \text{ Kg/cm}^2$ , sob capela de exaustão.; tratamento 4 – folha de planta oriunda de semente tratada com suspensão bacteriana e; tratamento 5 - Testemunha (sem adição de suspensão bacteriana).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as comparações, sempre que possível, foram realizadas por meio do teste Tukey a 5% de probabilidade.

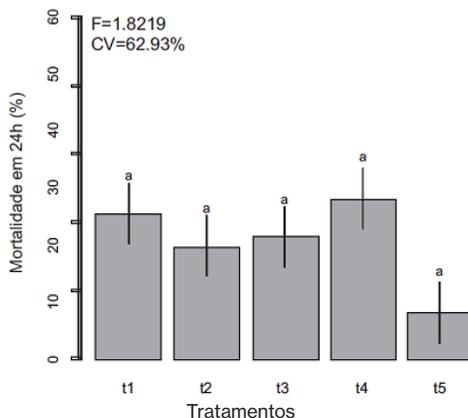
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo THULER (2006), o isolado EN4 de *K. ascorbata* possui alta ação entomopatogênica e destaca-se como alternativa à utilização de *B. thuringiensis*. Com isso, realiza-se a experimentação para o controle de *Chrysodeixes includens*.

As pressuposições para anova foram atendidas e checadas através dos testes de Shapiro Wilk e Bartlett.

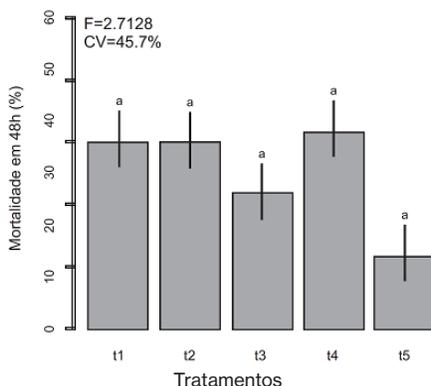
Observa-se, na figura 1, que é apresentado as taxas de mortalidade de lagartas 24h após a aplicação dos tratamentos. Os dados não evidenciaram diferença significativa

entre os tratamentos em relação a variável analisada de acordo com o teste F e apresentou CV(%) bastante elevado. Pode-se considerar o aumento do número de observações para estudos futuros.



**Figura 1.** Mortalidade (%) de lagartas de primeiro e segundo instares 24h após serem submetidas aos tratamentos. t1 – Incorporação da suspensão bacteriana à dieta artificial; t2 – Imersão de cubos de dieta na suspensão bacteriana; t3 – aplicação superficial da suspensão sobre os cubos de dieta; t4 – folha de planta oriunda de semente tratada com suspensão bacteriana; t5 - Testemunha (sem adição de suspensão bacteriana).

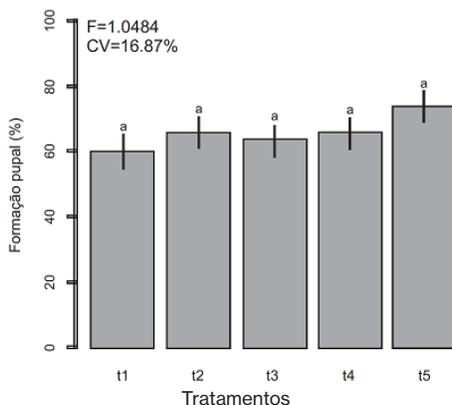
Na figura 2, é demonstrado as taxas de mortalidade dos insetos 48h após a aplicação dos tratamentos. Observamos maiores taxas de mortalidade quando comparadas a figura 1, assim como o CV (coeficiente de variação), porém não há diferenciação estatística entre os tratamentos, o que nos mostra que, a mortalidade aumenta em relação ao tempo mas que, estatisticamente, os tratamentos possuem mesma eficácia em relação a variável analisada.



**Figura 2.** Mortalidade (%) de lagartas de primeiro e segundo instares 48h após serem submetidas aos tratamentos. t1 – Incorporação da suspensão bacteriana à dieta artificial; t2 – Imersão de cubos de dieta na suspensão bacteriana; t3 – aplicação superficial da suspensão sobre os cubos de dieta; t4 – folha de planta oriunda de semente tratada com suspensão bacteriana; t5 - Testemunha (sem adição de suspensão bacteriana).

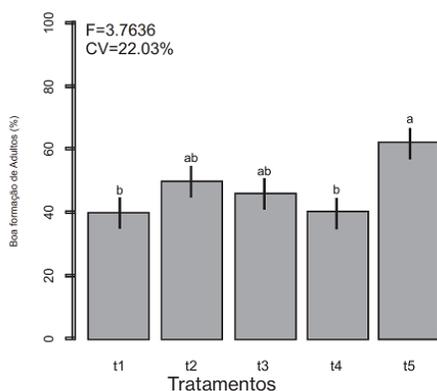
Na figura 3, é exposto as taxas de êxito na formação pupal das lagartas remanescentes nas unidades experimentais, onde também não há diferenciação

estatística dentre os tratamentos, o que nos implica que o isolado possa não influir neste estágio do ciclo de *Chrysodeixes includes*.



**Figura 3.** Taxa de êxito (%) na formação pupal das lagartas que se mantiveram vivas após as análises citadas na figura 1 e 2. t1 – Incorporação da suspensão bacteriana à dieta artificial; t2 – Imersão de cubos de dieta na suspensão bacteriana; t3 – aplicação superficial da suspensão sobre os cubos de dieta; t4 – folha de planta oriunda de semente tratada com suspensão bacteriana; t5 – Testemunha (sem adição de suspensão bacteriana).

Observa-se na figura 4 o gráfico referente á adultos bem formados, após a aplicação dos tratamentos previamente descritos. Podemos observar que, além de possuírem menores taxas percentuais, os tratamentos os quais tem em sua composição o isolado EN4, diminuíram estatisticamente a taxa de adultos saudáveis, ou seja, capazes de completar seu ciclo. Com isso, o tratamento 5 (testemunha), o qual não tem nenhum contato com o isolado, apresenta resultado significativo quanto a variável analisada, mostrando que o isolado pode causar prejuízo á boa formação de adultos de *Chrysodeixes includes*.



**Figura 4.** Taxa de êxito (%) na formação de adultos oriundos das pupas analisadas na figura 3. t1 – Incorporação da suspensão bacteriana à dieta artificial; t2 – Imersão de cubos de dieta na suspensão bacteriana; t3 – aplicação superficial da suspensão sobre os cubos de dieta; t4 – folha de planta oriunda de semente tratada com suspensão bacteriana; t5 – Testemunha (sem adição de suspensão bacteriana).

Observa-se que, para as análises submetidas a teste Tukey (5%) não houve diferenciação estatística para as variáveis dentre os tratamentos analisados, exceto para formação de adultos onde a testemunha obteve melhor resposta neste aspecto, concluindo assim que o isolado pode comprometer a boa formação de insetos viáveis na fase adulta dificultando a reprodução dos mesmos.

A possibilidade de utilização de novas bactérias como entomopatogênicas é cada vez mais importante, pois ainda são obtidos resultados eficientes de *B. thuringiensis* no controle de pragas, inclusive para *P. xylostella*, como os citados por CASTELO BRANCO et al. (2003), que observaram 100% de mortalidade para larvas de segundo instar e os relatados por DIAS et al. (2004), em trabalho com *B. thuringiensis* das variedades *kurstaki* e *aizawai*, em formulações comerciais.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que os diferentes tipos de aplicação do isolado EN4 nos insetos não influem nas variáveis analisadas, exceto para a formação de adultos, onde, estatisticamente, insetos que não receberam nenhuma dose do isolado são aqueles mais bem formados, ou seja, completaram seu ciclo com excelência e se reproduziram.

Novos estudos, com um número maior de observações se fazem necessários quanto a expressividade do isolado para a indução de resistência e controle de *Chrysodeixes includens* na cultura da soja.

## REFERÊNCIAS

ÁVILA, C. J.; SOUZA, E. C. S. Palmo a palmo. **Cultivar Grandes Culturas**, n. 191, p. 22-25, 2015.

BARRETO, M. R.; LOGUERCIO, L. L.; VALICENTE, F. H.; PAIVA, E. **Insecticidal activity of culture supernatants from *Bacillus thuringiensis* Berliner strains against *Spodoptera frugiperda*** (J. E. Smith) larvae. An. Soc. Entomol. Brasil. 28: 675-685, 1999.

BUENO, R. C. O. F.; BUENO, A. F.; MOSCARDI, F.; PARRA, J. R. P.; HOFFMANN-CAMPO, C.B. **Lepidopteran larvae consumption of soybean foliage: basis for developing multiplespecies economic thresholds for pest management decisions.** Pest Management Science, v.67, p. 170-174, 2011.

CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H.; PONTES, L. A.; AMARAL, P. S. T. **Avaliação da suscetibilidade a inseticidas em populações de traça-das-crucíferas de algumas áreas do Brasil.** Horticultura Brasileira, Brasília, v.21, p.549-552, 2003.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acomp. safra bras. grãos**, v. 8- Safra 2015/16 - Oitavo levantamento, p. 1-178, maio 2016.

DALL'AGNOL, A.; ROESSING, A. C.; LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H.; OLIVEIRA, A. B. de. **O complexo agroindustrial da soja brasileira.** Embrapa Soja, 2007. 11 p. (Embrapa Soja: Circular técnica, 43).

DIAS, D. G. S.; SOARES, C. M. S.; MONNERAT, R. **Avaliação de larvicidas de origem microbiana no controle da traça-dascrucíferas em couve-flor.** Horticultura Brasileira, Brasília, v.22, p.553-556, 2004.

GUEDES, J. V. C.; STECCA, C. dos S.; RODRIGUES, R. B.; BIGOLIN, M. **Nova dinâmica. Cultivar Grandes Culturas**, n. 139, p.24-26, 2011.

GREENE, G. L.; LEPPLA, N. C.; DISKERSON, W. A. **Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium.** Journal of Economic Entomology, Lanham, v.69, p.487-488, 1976.

HALLMANN, J. et al. Bacterial endophytes in agricultural crops. **Canadian Journal of Microbiology**, v.43, p. 895-914, 1997.

HARTHMANN, O. E. L. **Microbiolização de sementes com rizobactérias na produção de cebola.** Universidade Federal do Paraná. 117 p. 2009. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MAFIA, R. G. **Rizobactérias como promotoras do enraizamento, crescimento e como agentes de biocontrole de doenças na propagação do eucalipto.** Viçosa-MG: UFV, 2004. 110 p.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos.** Porto Alegre: Departamento de plantas de lavouras da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Evangraf, 2005.

PARRA, J. R. P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico.** 6th.ed. Piracicaba. Fealq. 134p, 2001.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; DELPIN, K. E.; MOSCARDI, F. & NOZAKI, M. H. The impact of fungicides on *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson epizootics and on populations of *Anticarsia gemmatilis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), on soybean. **Neotropical Entomology**, v.32, p.287-291, 2003.

THULER, R. T. **Efeito de bactérias promotoras do crescimento de plantas (Bpcp) no desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) em couve.** Jaboticabal, v.34, n.2, p. , 2006.

## SEGURANÇA ALIMENTAR NOS SISTEMAS AGRÁRIOS DE PRODUÇÃO DE SUÍNOS CONVENCIONAL NO MUNICÍPIO DE TRÊS PASSOS/RS-BRASIL

Data de aceite: 01/12/2020

### Iran Carlos Lovis Trentin

Orientador. PhD em Agroecologia,  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul  
(UERGS).

<http://lattes.cnpq.br/8429983935798785>

<https://orcid.org/0000-0002-3794-4246>

### Darlan Weber da Silva

Mestrando em Ciência e Tecnologia  
Ambiental,

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

<http://lattes.cnpq.br/6861027975295243>

<https://orcid.org/0000-0001-7681-5829>

### Alessandro Kruel Queresma

Bacharelando em Administração Pública,  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul  
(UERGS).

<http://lattes.cnpq.br/2355971596418344>

<https://orcid.org/0000-0001-8846-7366>

### Endrio Rodrigo Webers

Bacharelando em Agronomia,

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul  
(UERGS)

<http://lattes.cnpq.br/9258482506177833>

**RESUMO:** Na agropecuária os sistemas de criação de suínos são uma das principais fontes de proteínas animais em quase todo o mundo. Até as décadas de 1950-60, na região Ceileiro do Estado do Rio Grande do Sul, os suínos eram para o consumo das famílias na região. A partir da revolução verde, com

assistência técnica e políticas públicas de incentivo ao sistema de integração produtor-indústria a produção foi tecnificada e passou a ser dependente, através da seleção e de cruzamentos entre diferentes raças para a exportação. Este trabalho teve o objetivo realizar a análise e diagnóstico dos sistemas de produção de suínos no município de Três Passos/RS nos anos de 2000-2020, com aplicação de um questionário a 15 produtores. Também, percebeu-se que apesar de várias iniciativas para evitar problemas ambientais com os dejetos, ainda em alguns casos o risco de contaminação é frequente e que a suinocultura familiar necessita a cada ano de políticas públicas específicas para que possam gerar desenvolvimento com qualidade de vida na região do Vale do Rio Uruguai e em todo o Brasil.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agroecologia, suinocultura, segurança alimentar, meio ambiente, políticas públicas.

**FOOD SECURITY IN CONVENTIONAL PIG PRODUCTION AGRICULTURAL SYSTEMS IN THE MUNICIPALITY OF TRÊS PASSOS/RS-BRAZIL**

**ABSTRACT:** In agriculture, pig breeding systems are one of the main sources of animal proteins in almost the entire world. Until the 1950-60s, in the Ceileiro region of the State of Rio Grande do Sul, pigs were for the consumption of families in the region.

From the green revolution onwards, with technical assistance and public policies to encourage the producer-industry integration system, production was technified and became dependent, through selection and crossbreeding between different races for export. This work aimed to carry out the analysis and diagnosis of the swine production systems in the municipality of Três Passos/RS in the years 2000-2020, with the application of a questionnaire to 15 producers. In addition, it was noticed that despite several initiatives to avoid environmental problems with waste, in some cases the risk of contamination is frequent and that family pig farming needs specific public policies every year so that they can generate development with quality of life in the Uruguay River Valley region and throughout Brazil.

**KEYWORDS:** Agroecology, pig farming, food security, environment, public policies.

## INTRODUÇÃO

A suinocultura nacional representa grande importância social e econômica para as exportações do Brasil nos últimos anos. Em especial para a balança comercial brasileira que a cada semestre anuncia o aumento das exportações de proteína animal com ênfase na suína para países asiáticos e europeus principalmente.

A carne suína é a fonte de proteína animal mais importante no mundo, com a produção de mais de 100 milhões de toneladas por ano, das quais aproximadamente metade é produzida na China, e outro terço na União Europeia (UE) e nos Estados Unidos da América (EUA). O Brasil é o quarto maior produtor e exportador, com 3,2% da produção, 12,5% das exportações e crescente inserção internacional. (MIELE, Marcelo et al. 2011 p. 98).

“A suinocultura é uma das principais fontes de renda dos agricultores de Três Passos. São inúmeras famílias que tiram o seu sustento da criação de suínos. A economia dos municípios da Região Ceilero também muito se apoia nesta atividade”. (OLIVEIRA, 2016).

Desde a colonização, no município de Três Passos em meados da década de 1920, além dos cultivos, havia também a criação de animais, como bovinos, equinos e pequenos animais, como galinhas e suínos (carne, banha, utilizado na época com diferentes finalidades) (TRÊS PASSOS, 2016).

O agronegócio da Região Fronteira Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul é caracterizado pela industrialização da produção primária, sejam eles agrícolas ou pecuários. Entre as inúmeras agroindústrias da região destacam-se os frigoríficos e abatedouros (de aves, bovinos e principalmente suínos). ( ZUCATTO, L; et al, 2010, p. 97-111)

Com o aumento da carne bovina a carne suína, devido ao preço menor passou a ser mais consumida em todo o Brasil. Por outro lado como os consumidores passaram nos

últimos anos a ser mais exigentes com os produtos que adquirem para sua alimentação, isso favoreceu também que ambos os setores, produtores e indústrias se desenvolvessem e se adequassem a novas tecnologias e manejos que priorizem o bem-estar animal, possibilitando assim a entrega de um produto de melhor qualidade ao consumidor final.

Todo o cenário foi intensificado por um mercado desfavorável da pecuária de corte, que foi agravado por crises econômicas tanto no país como em países que importavam a carne bovina brasileira. A carne de porco por ter menor tempo para abate e exigir menor custo e energia por tempo passou a ter maior espaço no mercado de carnes.

O município de Três Passos pertencente a região celeiro do Estado do Rio Grande do Sul, e vem ganhando destaque nos últimos anos pela sua produção de proteína animal, no setor cárneo de aves e principalmente suínos.

Desde a colonização, no município de Três Passos em meados da década de 1920, além dos cultivos, havia também a criação de animais, como bovinos, equinos e pequenos animais, como galinhas e suínos (carne, banha, utilizado na época com diferentes finalidades) (TRENTIN, 2017)

O agronegócio da Região Fronteira Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul é caracterizado pela industrialização da produção primária, sejam eles agrícolas ou pecuários. Entre as inúmeras agroindústrias da região destacam-se os frigoríficos e abatedouros (de aves, bovinos e principalmente suínos). (ZUCATTO, L; et al, 2010, p. 97-111)

Análises em documentos históricos sobre a colonização regional revelam que os colonos (agricultores familiares) desde os anos 1950 já produziam aves, vacas e suínos, e uma série de produtos agrícolas para a alimentação. Essa diversificação na produção em cada propriedade garantia as famílias segurança e soberania alimentar ao longo do ano. A partir desses sistemas mais simples conhecido como processos produtivos no sistema agrário colonial as agroindústrias foram sendo organizadas e a produção foi se qualificando e atingindo níveis de exportação nessas últimas duas décadas.

Sabendo da importância (Do Sistema de Produção de Suíno) da atividade de produção de carne suína para o município de Três Passos, este trabalho teve como objetivo realizar um levantamento da situação socioeconômica e ecológica dos sistemas de produção de suínos e de sua contribuição para o desenvolvimento sustentável da região e para a segurança alimentar das famílias.

Além disso buscou-se, identificar e caracterizar os principais tipos de produtores (familiares, patronais, etc.) e os principais agentes envolvidos no desenvolvimento rural (comércio, empresas de integração, bancos, agroindústrias, poder público, etc.); identificar

e caracterizar os principais sistemas de produção adotados por esses diferentes produtores, as suas práticas técnicas e tecnologias e os seus principais problemas; caracterizar o desenvolvimento rural em curso, isto é, as tendências de evolução da agricultura na região; bem como, identificar, explicar e hierarquizar os principais elementos - ecológicos, socioeconômicos, técnicos, políticos, etc, que determinam essa evolução; sugerir políticas, programas e projetos de desenvolvimento e ordenar as ações prioritárias; sugerir políticas públicas de desenvolvimento regional.

Este estudo foi realizado nos anos de 2017-20 e tem como recorte temporal os anos 2000-2020, além de considerar os elementos históricos da colonização iniciada a partir das primeiras décadas do século XX na região por colonos de origem europeia.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Quanto aos procedimentos metodológicos, utilizamos além de alguns dados quantitativos derivados de outras investigações para caracterizar a situação socioeconômica dos Agricultores familiares na região. A análise desenvolvida se centra principalmente no uso de uma metodologia qualitativa, através da utilização de entrevistas semidiretivas com agricultores familiares, lideranças e técnicos de cooperativas e empresas rurais. As entrevistas foram realizadas nos municípios das Regiões Celeiro em especial Três Passos, noroeste do RS nos anos de 2018-19.

Com essas entrevistas se pretendeu abranger uma gama variada de instituições e atores sociais ligados aos sistemas de produção de suínos e ao desenvolvimento agrário da região propiciando a coleta de dados e informações heterogêneas e diversificadas dos entrevistados. Assim, buscamos entender a lógica mais geral dos criadores de suínos e da agroindustrialização da proteína animal na região e suas transformações no decorrer destes últimos 20 anos, além de verificar quais as principais ações apoiadas e os principais problemas ambientais. Também buscou-se verificar qual a compreensão e expectativas dos agricultores familiares quanto as políticas públicas e programas de fomento a suinocultura e a preservação ambiental e a promoção do desenvolvimento rural, o fomento as pequenas produções/criações, para diversificação rural, e para a segurança alimentar das famílias.

Para tanto, realizamos também ampla revisão bibliográfica para conseguir responder estes objetivos. Inicialmente para se obter as informações sobre o surgimento e desenvolvimento dos sistemas agrários no município e também sobre características gerais da agricultura, foi realizada a coleta de informações por meio de pesquisas bibliográficas, em sites da internet, dissertações de mestrados, em livros relacionados

a história do município e dos sistemas agrários. Essas informações obtidas foram necessárias para poder compreender a história da agricultura na região de abrangência do estudo e conseqüentemente para poder realizar a análise e diagnóstico do sistema agrário de produção de suínos convencional no município.

Para atingir os objetivos, também aplicou-se um questionário em 15 produtores de suínos do município de Três Passos, escolhidos aleatoriamente, dentre uma lista de aproximadamente 136 produtores rurais, fornecida pela Secretária Municipal de Agricultura do município, os questionários foram aplicados no período de setembro a outubro de 2017, no período da manhã e tarde.

Dividido em três seções principais este artigo, além da introdução e das considerações finais. Na primeira, apresenta-se uma contextualização geral dos sistemas agrários colonial no noroeste do Rio Grande do Sul e da sua história agropecuária. Na segunda, discute-se brevemente a evolução da produção de suíno e a importância das proteínas animais nas regiões de agricultura familiar e a condição sócio econômica das famílias produtoras de suínos e do meio ambiente. Na terceira, analisam-se como os agricultores percebem o sistema de produção de suínos nos últimos 20 anos e se ainda há perspectivas de diversificação agrícola, de produção de alimentos básicos, de fomento a cultivos/criações para a segurança alimentar dos agricultores nestas regiões empobrecidas. Além disso, identificar algumas possíveis políticas públicas de fomento ao desenvolvimento sustentável neste amplo território.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Desde sua colonização a partir de 1920 os municípios de Três Passos produziam suínos, com diversas finalidades além de uma gama muito grande de outros produtos agrícolas e pecuários. Nos anos de 1940 a 1960, o principal produto comercial da agricultura colonial nesta região era a banha suína. A partir da década de 1970 é que a criação de suínos se volta principalmente para a produção de carne. Neste período coincidindo com a revolução verde, além da melhoria na oferta de novos cereais e em especial a soja como leguminosa com alto teor de proteína, na dieta alimentar dos suínos, novas raças com alto rendimento na proporção de carne foram introduzidas a cada ano pela pesquisa agropecuária brasileira. (BASSO D. 2004, TRENTIN, 2017)

No ano de 2020, o município de Três Passos contava com 136 produtores de suínos. Deste 13 trabalham com UPL (Unidade de Produção de Leitões, responsáveis pela reprodução e criação de leitões até o desmame), 9 com creches (recria do leitão até 24,5 kg de peso aproximadamente), e 114 com o ciclo de terminação (recebe o suíno

recriado e, num período médio de 120 dias, alimenta estes animais até o peso de abate, aproximadamente 130 kg).

Em fevereiro de 1999, a Sadia, empresa que se estabeleceu no município com uma planta frigorífica para abate de suínos contava com apenas 17 famílias parceiras do município de Três Passos que produziam 6.800 animais por ano. No final de 2001 o número de produtores parceiros chegou a 68, estes eram responsáveis pela produção de 70.000 animais/ano. (BASSO D. 2004 p. 156). Este valor se manteve constante no município nos últimos anos, sem grandes variações (TRÊS PASSOS, 2016)

Com o intuito de disseminar novos empreendimentos na suinocultura o município de Três Passos criou uma lei para o incentivo a cadeia. Esta lei dá ao poder público o direito e/ou dever de subsidiar os agricultores, de uma maneira em que está ao alcance da municipalidade. Tal lei está de acesso a todos os agricultores que tem seus projetos aprovados e estarem de maneira regular conforme os artigos presentes na lei. Sendo a lei de incentivo a suinocultura N° 4.296 de 17 de novembro de 2009.

Através da lei municipal n° 4.296/2009 o agricultor que ingressar na atividade recebe um subsídio da administração municipal, com o auxílio na execução de terraplanagem, cascalhamento do acesso ao pátio, construção da esterqueira, e auxílio financeiro determinado pelo tamanho do empreendimento conforme o número de animais alojados. (TRÊS PASSOS, 2016)

O município está localizado a 27°27'20 de latitude Sul e a 53°55'55 longitude Oeste e encontra-se a 451 metros em média do nível do mar. Está inserido na Mesorregião Nordeste Rio-grandense e na Microrregião de Três Passos, dentro do Conselho Regional de Desenvolvimento Ceileiro. Limita-se ao norte com Esperança do Sul e Tenente Portela; ao sul com Crissiumal, Humaitá e Bom Progresso; a leste com Bom Progresso e Tenente Portela, Miraguai e Braga, e a Oeste com Tiradentes do Sul.

O acesso a Três Passos é por via asfáltica, via BR 468 ou RST 472, sendo que a distância que o separa da capital do Estado, Porto Alegre, é de 470 Km. O município localiza-se na bacia hidrográfica dos Rios Turvo, Santa Rosa e Santo Cristo e possui integrantes no Comitê de Gerenciamento dessa bacia. O clima predominante no município de Três Passos é o Cfa, que segundo a classificação de Köppen é temperado úmido com verão quente, subtropical, ameno, com precipitação média em torno de 1.800 milímetros/ano. As temperaturas médias anuais giram em torno de 20°C, com variações sazonais de cerca de 10°C, em média. As temperaturas médias do mês mais frio (julho) se situam ligeiramente acima dos 10°C. O início da ocorrência de geadas na região situa-se no mês de maio, e as últimas geadas ocorrem em setembro. (TRENTIN, 2016) Figura 1.

O solo predominante no município de Três Passos é o solo argiloso, mais conhecido como Latossolo, unidade de mapeamento Santo Ângelo com baixa a média declividade,

sem a presença de pedras, com os horizontes A B e C bem definidos, com alta fertilidade e capacidade de retenção de água, sendo muito aptos a atividades agropecuárias. São os solos mais valiosos, raramente comercializados, e, quando são, os valores são altos, acima de 500 sacas de soja por hectare (atualmente superiores a R\$ 70.000,00/há). Segundo Werle, além destes, há também o solo conhecido como Associação Ciriaco-Charrua, nas classificações neossolos e chernossolos, que ocorrem normalmente em encostas e próximo a vales e rios. Este solo possui características menos favoráveis as atividades agropecuárias, como declividade mais acentuada, pedregosidade e afloramento do Horizonte B e de rochas em alguns locais. Possui menor capacidade de retenção de umidade e menor fertilidade e são mais baratos. (TRENTIN, 2016).

**Figura 1:** Localização do município de Três Passos, no Brasil, Rio Grande do Sul e COREDE Celeiro.



Fonte: Adaptado do Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (2013).  
Organização: autores, 2020.

As propriedades instaladas no município se caracterizam por trabalhar no sistema integrado, principalmente com a empresa estabelecida no município, hoje JBS (José Batista Sobrinho), porém, existem outras integradoras atuantes no município. Isto mostra que a produção de suínos no município tem alta dependência as empresas privadas.

O sistema de parceria caracteriza-se pelo forte aporte de capital e controle do mercado, pela indústria, e da mão de obra familiar para a produção. Pode-se afirmar que o sistema integrado de produção foi o marco do “modelo” de desenvolvimento rural da região, modelo este que posteriormente veio a ser adotado em outras regiões e estados (DE OLIVEIRA 2005 apud Guivant, 1999; Silva, 2000). Este sistema diminui os riscos ao produtor pois garante o lucro no final do ciclo, sem que este se preocupe com as varrições do mercado. Contudo, isto diminui a margem de lucro do produtor, já que recebe apenas pela conversão alimentar do lote de suínos.

A agricultura familiar é a principal responsável pela criação de suínos no município, este é um segmento que tem um papel importante na economia das pequenas cidades -

4.928 municípios no Brasil têm menos de 50 mil habitantes - . Os cidadãos que trabalham na agricultura familiar são os grandes responsáveis pela dinâmica das economias locais, pois geram empregos, principalmente no comércio e nos serviços, a partir da venda dos seus produtos e da compra, enquanto consumidores. Além disso, contribui com a segurança alimentar, com a questão ambiental, econômica e social. PROCHNOW (2014).

O sistema de parceria caracteriza-se pelo forte aporte de capital e controle do mercado, pela indústria, e da mão de obra familiar para a produção. Pode-se afirmar que o sistema integrado de produção foi o marco do “modelo” de desenvolvimento rural da região, modelo este que posteriormente veio a ser adotado em outras regiões e estados (DE OLIVEIRA 2005 apud Guivant, 1999; Silva, 2000)

Este sistema diminui os riscos ao produtor pois garante o lucro no final do ciclo, sem que este se preocupe com as varrições do mercado. Contudo, isto diminui a margem de lucro do produtor, já que recebe apenas pela conversão alimentar do lote de suínos.

Como já citado acima, as exportações de Carne Suína bateram recorde no ano de 2019, de acordo com números revelados pela Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA). Foram exportados para o exterior **750,3 mil** toneladas ao longo dos 12 meses do ano de 2019. Ocorreu um aumento de **39%** se comparado ao ano anterior (2018) e gerou em receita no ano de 2019 cerca de US\$ 1,49 bilhão, já no ano de 2018 esse valor era de apenas US\$ 1 bilhão.

A Carne Suína aparece como o 30º colocado quando falamos de principais produtos exportados pelo Brasil no ano. Neste ano de 2020 as exportações continuam subindo muito e até março já haviam sido exportados cerca de 181 mil toneladas, gerando assim US\$ 452 milhões, valor este superior em 59% ao mesmo período em 2019. A projeção para o decorrer do ano é que o recorde de 2019 seja batido, devendo haver também o aumento na produção da Carne Suína.

Como vimos a suinocultura é uma atividade dinâmica. Novas tecnologias e ferramentas de gestão surgem constantemente e em intervalos de tempo cada vez menores. Por outro lado as crescentes exigências dos consumidores com o bem-estar animal e a sustentabilidade, aliadas a escassez de mão de obra, tem se tornado o grande desafio dos suinocultores.

Essas exportações são para todos os continentes destacando-se os seguintes países. Figura II.

**Figura II:** Principais destinos da Carne Suína no ano de 2019 e valores das exportações.

	<b>Principais destinos</b>	<b>Valor FOB em dólares.</b>
1º	<u>China</u>	619 milhões
2º	<u>Hong Kong</u>	224 milhões
3º	<u>Chile</u>	98,6 milhões
4º	<u>Rússia</u>	94,4 milhões
5º	<u>Uruguai</u>	87,5 milhões
6º	<u>Cingapura</u>	83,3 milhões
7º	<u>Argentina</u>	70,3 milhões
8º	Geórgia	32,9 milhões
9º	Vietnã	24,6 milhões
10º	Japão	20,6 milhões

Fonte: ComexStat

Organização: autores, 2020.

O principal destino como podemos ver foi a China para a qual foram 42% do total das exportações, gerando uma receita de 619 milhões no ano. Hong Kong aparece como o segundo colocado como principais destinos do produto, aparecem também o Chile, Rússia e Argentina. E como principais estados que produzem a Carne Suína, estão: Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná.

Com o aumento das exportações muitos agricultores abandonaram os cultivos alimentares para concentrarem os esforços na suinocultura integrada e convencional. E se tratando da produção de alimentos nas propriedades estudo realizado por Triches, Gerhardt, Schneider, (2015). Observou, que mesmo entre a população rural, não há mais uma rigidez de regras que determinam hábitos e culturas alimentares, e nem mesmo a produção para autossustentência, em diferentes zonas rurais do país. Porém, neste estudo todas as propriedades produzem alimentos para a subsistência, dentre eles frutas e verduras das mais variadas, leite, ovos, aves e gado para abate, peixe, mandioca, batatinha, batata doce e feijão.

Na produção de alimentos saudáveis para as famílias a Agroecologia e a ciência que possui as alternativa para a segurança alimentar dos agricultores integrados e produtores de cereais ou leguminosas da região.

Desde os anos 1980, a perspectiva da emergência de uma nova ruralidade está em curso no debate nacional e internacional, pesquisadores têm elencado elementos que permitem repensar a importância, as especificidades e as particularidades do mundo

rural. Neste contexto é que se observa o uso de algumas designações, tais como: a emergência de uma nova ruralidade, o renascimento do rural, a ruralidade contemporânea, a valorização do meio rural, a ressignificação do rural, a recampanização etc. (Wanderley, Schnieder, Van der Ploeg et al)

Neste sentido, as reflexões sobre o mundo rural na atualidade exigem o reconhecimento do rural, tanto nas suas relações com o urbano e com suas relações internas e específicas. A possibilidade de se estudar novas ruralidades supõe, portanto, a compreensão dos contornos, das especificidades e das representações deste espaço rural, entendido, ao mesmo tempo, como espaço físico (referência à ocupação do território e aos seus símbolos), lugar onde se vive (particularidades do modo de vida e referência identitária) e lugar de onde se vê e se vive o mundo (a cidadania do homem rural e sua inserção nas esferas mais amplas da sociedade). WANDERLEY (2000).

Além de novos estudos sobre o rural, também se percebeu a necessidade de novos paradigmas de produção sustentáveis. O planeta está no limite da utilização dos recursos naturais e grandes alterações climáticas, por exemplo, começam a serem percebidas em muitos locais. Outra questão que merece ser destacada é que mesmo com o aumento da produtividade agropecuária a fome ainda persiste em vários locais e em especial nas áreas rurais.

Com o aporte de vários estudos ecológicos um “novo” modelo de agropecuária começa a ser chamado de Agroecologia. Modelo esse que respeita as interações nos agroecossistemas, diferente da “revolução verde” que modifica, transforma, contamina e destrói.

No final dos anos 1970 e início dos anos 1980, alguns pesquisadores, entre eles GLIESSMAN, ALTIERI, ERIC GIMÉNEZ, NICHOLLS, SEVILLA GUZMAN, entre outros, começaram a formatar o que hoje conhecemos por Agroecologia, essa ciência que também chamamos de modelo de produção agrícola sustentável. Nesta época muitas alterações negativas, em especial provocadas pela revolução verde, começaram a ser percebidas nos ecossistemas tanto de países ricos como pobres. E um modelo de produção agropecuário sustentável no tempo e no espaço passava a ser necessário.

Uma publicação referência, neste período é a do pesquisador Stephen R. Gliessman, da University of California-USA, que escreve em 1996, *El Concepto de Agroecosistemas*, onde desenvolve uma série de conceitos buscando compreender e interpretar de forma sistêmica os agroecossistemas.

GLIESSMAN, (1996), afirma que “os agroecossistemas são unidades de produção”, como granjas, fincas, terrenos, chácaras, onde determinados indivíduos interagem entre si e com a natureza presente, ou seja, um ecossistema. Para compreendermos o conceito

de agroecossistemas, de um sistema de produção de alimentos, precisamos conhecer os fluxos de entrada e saída de energia e suas interrelações. “O ecossistema é um sistema de relações complementarias entre os organismos vivos em determinado ambiente e num determinado tempo, onde mantem-se em equilíbrio dinâmico, sempre considerando sua estrutura e suas funções”.

E os agroecossistemas estão compostos por fatores bióticos, que são os organismos vivos que atuam no ambiente e fatores abióticos que são os componentes físicos e químicos do ambiente como o solo, a luz, e a temperatura, por exemplo. Todos esses componentes interagem entre si e se complementam deste modo, quando adicionamos um componente externo no agroecossistema, podemos provocar alterações positivas ou negativas, como contaminações, extermínio de alguns componentes e migrações, por exemplo. (Gliessman, 1996).

Os ecossistemas são formados de forma hierárquica, por indivíduos com características específicas que lhe aportam uma série de componentes tornando-os “aptos” a viver em determinado tempo e espaço; por populações que são grupos de indivíduos da mesma espécie, onde deve-se compreender os fatores que corresponde ao tamanho e crescimento desta população na perspectiva de entender a capacidade do ambiente de suportar essa população num período de tempo. Diferente dos agrônomos convencionais que se preocupam em determinar a quantidade e distribuição ótima de uma única população num ambiente para garantir maior produtividade. (Gliessman et al, 1996).

Nos ecossistemas naturais as populações de diferentes populações estão misturadas no espaço e no tempo organizando assim uma comunidade, ou um conjunto de indivíduos que interagem entre si. Assim, o nível de inter-relações afeta a distribuição e a abundancia das espécies na comunidade. (Altieri e Nicholls, 2010).

A partir destas reflexões analisaremos como a agroecologia pode ser gerida por agricultores, técnicos e associações, no processo de desenvolvimento de territórios rurais pobres e ou marginalizados. Embora se reconheça que são vários os processos em curso nesse novo mundo rural, o que interessa observar com maior detalhe é o lugar da agroecologia e dos agricultores nessa trama socioespacial.

Nos últimos anos, nos estudos e nas políticas públicas brasileiras, cresceram as referências ao termo Agroecologia. Pois essa se constitui em mais uma expressão sócio-política do processo de ecologização vivenciada nas últimas décadas. Isso a princípio tem sido positivo, pois nos fazem lembrar-se de estilos de agricultura menos agressivos ao meio ambiente, que promovem a inclusão social e proporcionam melhores condições

econômicas aos agricultores familiares. Mesmo que persistam muitas confusões teóricas na compreensão do que é realmente a agroecologia.

No dia a dia de técnicos, burocratas e até mesmo de agricultores são comuns às interpretações que vinculam a Agroecologia com “uma vida mais saudável”; “uma produção agrícola dentro de uma lógica em que a Natureza mostra o caminho”; “uma agricultura socialmente justa”; “o ato de trabalhar dentro do meio ambiente, preservando-o”; “o equilíbrio entre nutrientes, solo, planta, água e animais”; “o continuar tirando alimentos da terra sem esgotar os recursos naturais”; “um novo equilíbrio nas relações homem e natureza”; “uma agricultura sem destruição do meio ambiente”; “uma agricultura que não exclui ninguém”; entre outras. Deste modo, o uso do termo Agroecologia nos tem trazido a ideia e a expectativa de uma nova agricultura capaz de fazer bem ao homem e ao meio ambiente. (Caporal et al, 2003).

Entretanto, mesmo crescendo o uso do termo e a geração de novas pesquisas sobre essa temática, persiste ainda uma profunda confusão no uso do termo Agroecologia, gerando interpretações conceituais que, em muitos casos, prejudicam o seu entendimento. E dificultam tratar a Agroecologia como a ciência que estabelece as bases para a construção de estilos de agriculturas sustentáveis e de estratégias de desenvolvimento rural sustentável. (Nicholls, 2013).

Não raro, tem-se confundido a Agroecologia com um modelo de agricultura, com a adoção de determinadas práticas ou tecnologias agrícolas e até com a oferta de produtos “limpos” ou ecológicos, em oposição àqueles característicos dos pacotes tecnológicos da Revolução Verde. Exemplificando, é cada vez mais comum ouvirmos frases equivocadas do tipo: “existe mercado para a Agroecologia”; “a Agroecologia produz tanto quanto a agricultura convencional”; “a Agroecologia é menos rentável que a agricultura convencional”; “a Agroecologia é um novo modelo tecnológico”. Em algumas situações, chega-se a ouvir que, “agora, a Agroecologia é uma política pública” ou “vamos fazer uma feira de Agroecologia”. Apesar da provável boa intenção do seu emprego, todas essas frases estão equivocadas, se entendermos a Agroecologia como um enfoque científico. Na verdade, essas interpretações expressam um enorme reducionismo do significado mais amplo do termo Agroecologia, mascarando sua potencialidade para apoiar processos de desenvolvimento rural sustentável. (Caporal e Costabeber, 2003) e (Nicholls & Altieri, 1989 e 2000).

Neste trabalho entende-se a agroecologia como um enfoque científico destinado a apoiar a transição dos atuais modelos de desenvolvimento rural e de agricultura convencionais para estilos de desenvolvimento rural e de agriculturas sustentáveis (Caporal e Costabeber, 2000a; 2000b; 2001, 2002). Estas afirmações partem dos

escritos de Miguel Altieri e de Clara Nicholls, que afirmam que a Agroecologia constitui um enfoque teórico e metodológico que, lançando mão de diversas disciplinas científicas, pretende estudar a atividade agrária sob uma perspectiva ecológica. Deste modo, como a agroecologia, utiliza um enfoque sistêmico, adota o *agroecossistema* como unidade de análise, tendo como propósito, em última instância, proporcionar as bases científicas (princípios, conceitos e metodologias) para apoiar o processo de transição do atual modelo de agricultura convencional para estilos de agriculturas sustentáveis. (Nicholls, 2013).

Assim, pode-se afirmar que “mais do que uma disciplina específica, a Agroecologia” se constitui num campo de conhecimento que reúne várias “reflexões teóricas e avanços científicos, oriundos de distintas disciplinas” que têm contribuído para conformar o seu atual *corpus* teórico e metodológico (Guzmán Casado *et al.*, 2000).

Segundo Caporal e Costabeber (2003) “na agroecologia, é central o conceito de transição agroecológica,” entendida aqui como um “processo gradual e multilinear de mudança, que ocorre através do tempo, nas formas de manejo dos agroecossistemas,” que, na agropecuária, deverá ter como meta à substituição de um modelo agroquímico de produção (que pode ser mais ou menos intensivo no uso de inputs industriais) a novos estilos de agriculturas que incorporem princípios e tecnologias de base ecológica.

Isso tudo só acontece num processo de evolução contínua e crescente. E, por se tratar de um processo social, por depender da intervenção humana, a transição agroecológica implica não somente na busca de uma maior racionalização econômico-produtiva, com base nas especificidades biofísicas de cada agroecossistema, mas também “numa mudança nas atitudes e valores dos atores sociais em relação ao manejo e conservação dos recursos naturais.”(Caporal, 2003).

Assim, agroecologia, é muito mais que aspectos meramente tecnológicos ou agrônômicos da produção, pois deve incorporar dimensões mais amplas e complexas, que incluem tanto variáveis econômicas, sociais e ambientais, como variáveis culturais, políticas e éticas da sustentabilidade. (Nicholls, 2013).

Na produção de alimentos a adubação utilizada é a de esterco animal. Das quinze propriedades entrevistadas, apenas quatro utilizam algum tipo de defensivo agrícola, uma em toda produção vegetal de alimentos, e a outra apenas na produção de feijão.

Quando perguntados sobre a importância da produção de alimentos na propriedade, todos ressaltaram a importância econômica, onde não precisariam estar comprando os alimentos. Segundamente, ressaltaram a importância da produção dos alimentos sem a aplicação de agroquímicos, e um dos produtores ressaltou a qualidade dos alimentos produzidos na propriedade.

Os alimentos consumidos devem primar pela segurança alimentar dos consumidores e segundo a Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional – LOSAN (Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006), por Segurança Alimentar e Nutricional – “SAN entende-se a realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis.”

A produção de suínos traz grandes desafios aos produtores de suínos, atualmente, é a exigência da sustentabilidade ambiental das regiões de produção intensiva, pois de um lado existe a pressão pela concentração de animais em pequenas áreas de produção, e pelo aumento da produtividade e, do outro, que esse aumento não afete o meio ambiente. (DE OLIVEIRA, 2005)

Das propriedades abordadas no estudo todas apresentam regularidade com as leis vigentes sobre a questão ambiental, todas possuem esterqueira e composteira adequadas para a produção de suínos que possuem. O destino dos dejetos gerados na produção é a lavoura ou pastagem, tanto dos produtores de suínos como dos vizinhos, como relatado por alguns deles chegam a disputar para fazer uso do fertilizante orgânico.

Conforme estudos realizados por BISON PINTO (2014), a aplicação de dejetos líquido de suínos promoveu incremento na produção de matéria seca da sucessão aveia/milho e na produtividade de grãos mostrou-se igual à da adubação mineral recomendada para a cultura. Assim, a utilização de dejetos de suínos na lavoura é uma saída economicamente viável, e benéfica ao produtor, como uma saída viável para a não contaminação do meio ambiente quando utilizado dentro das recomendações.

Se tratando da produção de alimentos nas propriedades estudo realizado por Triches, Gerhardt, Schneider,(2015). Observou, que mesmo entre a população rural, não há mais uma rigidez de regras que determinam hábitos e culturas alimentares, e nem mesmo a produção para autossustentência, em diferentes zonas rurais do país. Porém, neste estudo todas as propriedades produzem alimentos para a subsistência, dentre eles frutas e verduras das mais variadas, leite, ovos, aves e gado para abate, peixe, mandioca, batatinha, batata doce e feijão. Na produção de alimentos a adubação utilizada é a de esterco animal. Das sete propriedades entrevistadas, apenas duas utilizam algum tipo de defensivo agrícola, uma em toda produção vegetal de alimentos, e a outra apenas na produção de feijão.

Quando perguntados sobre a importância da produção de alimentos na propriedade, todos ressaltaram a importância econômica, onde não precisariam estar

comprando os alimentos. Segundamente, ressaltaram a importância da produção dos alimentos sem a aplicação de agroquímicos, e um dos produtores ressaltou a qualidade dos alimentos produzidos na propriedade.

A escolaridade dos entrevistados é distinta entre si, com tudo, verificou-se que quatro deles não possuem o primeiro grau completo, e nenhum possui graduação. Esses dados vão de encontro aos de Salgo et al.(2011) onde este verificou que há tanto aqueles que possuem maior escolaridade quanto aqueles que somente cursaram o ensino fundamental. Devido à está baixa escolaridade os produtores possuem problemas para executar as atividades administrativas da propriedade (MERAS, Esteferson Luiz; PASQUALLI, Jonei; FISCHER, Augusto, 2017).

Conforme questionário realizado com os produtores de suínos no município de Três Passos pode-se identificar que os trabalhadores desta atividade se caracterizam por residirem desde o nascimento no município, terem mais de 46 anos de idade em média, sendo o principal responsável pela atividade o homem.

Segundo Camararo & Abramovay, (1999) É cada vez maior o número de jovens que vêm deixando o meio rural e entre estes é preponderante a participação das mulheres. Causando o envelhecimento e a masculinização da população que vive no campo.

Quanto a sucessão rural das propriedades entrevistadas apenas em duas os jovens desejam permanecer no meio rural, devido ter um custo de vida mais econômico e ser mais calmo que a cidade, como relatado pelos próprios ou ter relacionamento com pessoas que também possuem ligação com a atividades agrícolas.

Das propriedades que não apresentam sucessores, duas se encontram em estado crítico, pois quem toca a atividade são pessoas em idade avançada (superior a 54 anos), não possuem filhos ou estes já não mantem contato com a atividade e o meio rural, e uma delas não apresenta sucessor algum. Ao se aposentarem estes desejam permanecer na propriedade, mas não continuar com a atividade, ou se mudar para a área urbana.

Desta forma, se diagnosticou que os produtores envolvidos na atividade apresentam uma idade média avançada, e não possuem sucessores, identificando que a suinocultura já apresenta uma defasagem de jovens. Cabendo então, aos órgãos governamentais tomar atitudes sobre este e outros problemas que atingem a suinocultura.

As políticas públicas devem ser pensadas visando o desenvolvimento de forma integral e devem considerar que a soberania alimentar e a recuperação dos ambientes, sendo vital para que qualquer sociedade que se projeta para o futuro possa usufruir de forma igualitária das políticas voltadas ao meio rural. (LOVIS TRENTIN, Iran Carlos; NICHOLLS, Clara; FONTE, Maria, 2015)

Quando perguntados sobre o que o governo poderia fazer para melhorar a situação agrícola em âmbito geral, foram citadas diferentes intervenções pelos produtores, como:

- Investir na agricultura familiar, para produção de alimentos.
- Mudar as leis trabalhistas.
- Investir na saúde no meio rural.
- Aumentar a oportunidade para os agricultores familiares.
- Menos burocracia para a realização de investimentos agrícolas.
- Financiamento para implantação de galpões com menor juros.
- Maior retorno financeiro para a agricultura.
- Projetos que incentivem sua permanência dos jovens no meio rural.
- Incentivos e políticas públicas para a agroecologia.
- Programas municipais de jardinagem e melhoria das propriedades.
- Programas de internet para todos.
- Circuitos curtos de comercialização como feiras, etc...
- Agroecologia como disciplina em todas as escolas da região.

Mesmo assim, a suinocultura nacional necessita realizar várias ações buscando corrigir velhos erros e situações do passado principalmente em questões ambientais e de segurança alimentar. E nesse sentido o papel do estado passa a ser cada dia mais importante, pois a crescente demanda por sistemas de produção de suínos mais sustentáveis ocorrerá por meio da criação de normativas ambientais mais rigorosas, baseadas em critérios técnicos validados pela pesquisa agropecuária. Assim, haverá necessidade de adotar tecnologias de gestão da água e de tratamento e reciclagem dos resíduos gerados por estas atividades: dejetos e camas, carcaças de animais mortos, resíduos de frigorífico, entre outros.

A expansão da suinocultura no Brasil também demandará maior integração dessa cadeia com outros sistemas de produção agropecuária e agroindustrial através do aproveitamento dos resíduos da produção animal como insumos (fertilizantes) para a produção de grãos, forragem e biomassa (integração lavoura-pecuária-floresta) ou para a geração de coprodutos com maior valor agregado, tais como fertilizantes organominerais, energia e biocombustíveis, entre outros. Ainda, será crescente a adoção da informática, sensoriamento remoto e da tecnologia da informação para a automação de equipamentos, práticas e processos empregados na gestão ambiental da suinocultura e avicultura.

Todas essas ações são ainda mais importantes em regiões de agricultura familiar empobrecidas e altamente dependente de insumos externos como a região do vale do rio Uruguai, uma das com menor IDH do Rio Grand e do Sul.

As preocupações com o aumento global da temperatura, resultará na intensificação da busca práticas de mitigação da emissão de gases de efeito estufa (GEE) podem trazer benefícios econômicos à suinocultura, como no caso do aproveitamento energético do metano e a redução da emissão de óxido nitroso com aumento do potencial fertilizante deste resíduo. Neste contexto, a pesquisa deverá fornecer subsídios para tornar a atividade menos impactante.

Na região estudada muitos criadores integrados já possuem os biodigestores e geram energia para a melhoria de outras atividades produtivas nas propriedades rurais.

O maior nível tecnológico da cadeia terá relevante contribuição para a rastreabilidade e mitigação dos impactos ambientais associados a produção intensiva de suínos e aves, gerando ainda indicadores para futuros programas de pagamento por serviços ambientais que valorizem sistemas de produção mais eficientes e ambientalmente sustentáveis.

Outra questão relevante é a preocupação dos consumidores com o bem estar animal. Isso não é só uma tendência da sociedade brasileira mas também dos mercados importadores de produtos de origem animal que demandam dos governos padrões mínimos de bem-estar animal nas cadeias produtivas. Para atender essa exigência, novos métodos não invasivos para colheita de materiais para diagnóstico, novos sistemas de atordoamento de suínos e sistemas de eutanásia nas granjas deverão ser desenvolvidos e adotados.

Também deverão ser feitas melhorias nos sistemas de alojamento de matrizes, com automação dos sistemas de produção em todas as fases da produção, visando formas de manejo que evitem a dor desnecessária nos suínos. Nesse novo contexto da produção voltada para o bem-estar animal, haverá necessidade de qualificar e treinar a mão de obra nas granjas, tanto na fase de produção quanto no manejo pré-abate, buscando a redução de perdas.

Além disso, as políticas públicas devem fomentar a ciência e a tecnologia, garantir o acesso dos filhos de agricultores a universidade pública para que sintam-se valorizados e capazes de continuar desenvolvendo os sistemas agrários de criação de suínos atendendo todas as demandas que os mercados exigem e com qualidade de vida e segurança alimentar e ambiental em suas comunidades.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a diminuição e envelhecimento da população rural a tendência é que o problema de reprodução social dos agricultores familiares se agrave a cada ano. O

uso intensivo de máquinas e equipamentos modernos, adquiridos via financiamento do PRONAF por muitas famílias de agricultores esta viabilizando um crescente arrendamento de pequenas áreas de terra, ou seja, algumas parcelas das propriedades familiares para plantio de soja e milho são disponibilizadas para outros agricultores.

Do mesmo modo, na reprodução dos sistemas de produção de suínos os agricultores mais modernizados conseguem com mão de obra assalariada expandir as atividades produtivas e muitas vezes diversificando a produção com cultivos de soja, milho, trigo e leite.

Portanto, ao se realizar a análise e diagnóstico da produção de suínos no município de Três Passos, pode-se averiguar diversos fatores sobre a atividade de suinocultura no município. Já que a atividade de suinícola traz rentabilidade aos agricultores, mantendo o homem no campo, dando retorno financeiro ao município, pode-se também, verificar que os suinocultores, em sua maioria, produzem seus próprios alimentos e a maioria evitam a utilização de agroquímicos.

Entretanto, se diagnosticou que os produtores envolvidos na atividade apresentam uma idade média avançada, e na maioria não possuem sucessores, identificando que a suinocultura na região já apresenta uma defasagem de mão de obra jovem familiar restando a opção de contratação de mão de obra assalariada. Deste modo, cabe aos governos das diferentes esferas organizarem e formatarem junto com as universidades e centros de pesquisa programas e políticas de desenvolvimento rural para todos os agroecossistemas.

Assim, as políticas públicas deverão repensar o desenvolvimento de forma integral e devem considerar que a soberania alimentar e a recuperação dos ambientes é vital para que qualquer sociedade que se projeta para o futuro possa poder distribuir de forma equânime os dividendo desse processo. Continuar apoiando a produção desordenada de commodities em área de agricultura familiar sem controle e agroecologia é um equívoco muito grande.

## REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. A. ¿Por qué estudiar la agricultura tradicional?. In: GONZÁLEZ ALCANTUD, J. A. y GONZÁLEZ DE MOLINA, M. (ed.). **La tierra. Mitos, ritos y realidades**. Barcelona: Anthopos, 1992. p.332-350.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 3.ed. Porto Alegre: Editora da Universidade – UFRGS, 2001. (Síntese Universitária, 54).

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa**. Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989.

- BROSE, M. **Agricultura Familiar, desenvolvimento local e políticas públicas**. Santa Cruz do Sul: Edunisc, 1999.
- BUARQUE, S. C. **Construindo o desenvolvimento local sustentável**. Metodologia de planejamento. Rio de Janeiro: Garamond, 2002
- BISON PINTO, Marlo Adriano et al. Aplicação de dejetos líquidos de suínos e manejo do solo na sucessão aveia/milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 2, 2014.
- BASSO, D. **Desenvolvimento local e estratégias de reprodução das famílias rurais: abordagens sobre o desenvolvimento rural na região noroeste do Rio Grande do Sul**. 2004. Tese (Doutorado em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Rio de Janeiro.
- Camararo, A. A. & Abramovay, R., 1999. **Êxodo rural, envelhecimento e masculinização no Brasil: panorama dos últimos 50 anos**. *Texto para Discussão* n. 621, IPEA, p. 23
- COSTABEBER, J. A.; MOYANO, E. Transição agroecológica e ação social coletiva. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v.1, n.4, p.50-60, out./dez. 2000.
- CAPORAL F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia: enfoque científico e estratégico para apoiar o desenvolvimento rural sustentável** (texto provisório para discussão). Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2002. (Série Programa de Formação Técnico-Social -EMATER/RS. Sustentabilidade e Cidadania, texto 5).
- CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável: perspectivas para uma nova Extensão Rural**. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, v.1, n.1, p.16-37, jan./mar. 2000a. 21
- CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia e Extensão Rural: Contribuições para a promoção do Desenvolvimento Rural Sustentável**. Brasília : MDA/SAF/DATER - IICA, 2004.
- DALCIN, Dionéia; TROIAN, Alessandra. Jovem no meio rural a dicotomia entre sair e permanecer: um estudo de caso. **I Seminário Nacional Sociologia e Política**, p. 1-20, 2009.
- DE OLIVEIRA, Paulo Armando V.; NUNES, Maria Luisa A. **Sustentabilidade ambiental da suinocultura**. 2005.
- LANFREDI, Vanessa. Suinocultura em uma Propriedade Rural: O Retorno do Investimento na Suinocultura em uma Propriedade Rural. **Revista de Agronomia e Medicina Veterinária IDEAU, Getúlio Vargas/RS**, v. 1, n. 02, 2014.
- FONTE, M. **C'era una volta il mondo rurale...** Agregionieuropa, ano 6, nº20, Março de 2010.
- GRAZIANO DA SILVA, J. **O novo rural brasileiro**. Campinas: EI/UNICAMP, 1999 (Coleção Pesquisas 1)
- GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Editora da Universidade – UFRGS, 2000.
- LOVIS TRENTIN, Iran Carlos; NICHOLLS, Clara; FONTE, Maria. Agroecologia e as desigualdades regionais no Rio Grande do Sul-Brasil. In: **V Congresso Latinoamericano de Agroecologia-SOCLA (La Plata, 2015)**. 2015.
- MIELE, Marcelo et al. O desenvolvimento da suinocultura brasileira nos últimos 35 anos. **Embrapa Suínos e Aves-Capítulo em livro técnico-científico (ALICE)**.2011

MERAS, Esteferson Luiz; PASQUALLI, Jonei; FISCHER, Augusto. GESTÃO DE UNIDADE PRODUTORA DE SUÍNOS NO MEIO OESTE CATARINENSE. **Seminário de Iniciação Científica, Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão e Mostra Universitária**, 2017.

NICHOLLS, C & ALTIERI, M. **AGROECOLOGÍA Teoría y práctica para una agricultura sustentable**. Primera edición: 2000, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México. DF.

OLIVEIRA C. **Atualidades-** Suinocultura. Disponível em:<<http://www.jornalatuatualidades.net/suinocultura/>> Acessado em: 28/08/2017

SALGADO, Juliana Mafra; REIS, Ricardo Pereira; FIALHO, Elias Tadeu. Perfil técnico e gerencial da suinocultura do Vale do Piranga (Zona da Mata) de Minas Gerais. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 5, n. 2, 2011.

SCHNEIDER, S. et Al. **Situando o desenvolvimento rural no Brasil: o contexto e as questões em debate**. Revista de Economia Política, vol. 30, no 3 (119), pp. 511-531, julho-setembro/2010

TRENTIN, I.C.L. O Pró-Rural 2000 como Política Pública de Combate à Pobreza Rural. Porto Alegre: UFRGS. **Dissertação de Mestrado do PGDR**. 2001. 135 p.

TRENTIN, I. C. L.;Wesz Junior, V. J., 2004. Desenvolvimento e Agroindústria Familiar. Cuiabá Julho de 2006, In: Artigos Completos do XLII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural. UFMT p.p. 200-220.

TRENTIN, I. C. L., Wesz Junior, V. J., & Filippi, E. E. (2009). The effects of the family agro-industries for the development of the rural localities in the south of Brazil. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 6(63), 59-85.

TRENTIN, I. C. L. (2015). Desenvolvimento Regional e Agroecologia no Rio Grande do Sul/Brasil. *Investigaciones Geográficas*, (49), Pág. 99-115. doi:10.5354/0719-5370.2015.37516.

TRICHES, Rozane Marcia; GERHARDT, Tatiana Engel; SCHNEIDER, Sergio. Políticas alimentares: interações entre saúde, consumo e produção de alimentos. **Interações (Campo Grande)**, v. 15, n. 1, 2015.

TRÊS PASSOS. **Plano Municipal de Desenvolvimento do Município de Três Passos/RS**. 2016

ZUCATTO, Luis; FERASSO, Marcos; EVANGELISTA, Mário. **A importância das exportações para o desenvolvimento local da fronteira Noroeste do Rio Grande do Sul e do Extremo-Oeste de Santa Catarina**. Revista de Gestão dos Países de Língua Portuguesa, v. 9, n. 1-2, p. 97-111, 2010.

## CAPÍTULO 12

### FARELO DO CAROÇO DO AÇAÍ COMO ADITIVO EM SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE

Data de submissão: 09/10/2020

Data de aceite: 01/12/2020

#### Anderson da Silva Peixoto

Graduando, Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima, Campus Novo Paraíso, Caracarái – RR.  
silvs.peixoto07@gmail.com.  
<http://lattes.cnpq.br/8903598200572686>

#### Edileusa de Jesus dos Santos

Professora, doutora, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima, Campus Novo Paraíso, Caracarái – RR.  
edileusa.santos@ifrr.edu.br  
<http://lattes.cnpq.br/6602087485739254>

#### Ewerton Abreu da Silva

Graduando, Agronomia. Universidade Federal de Roraima, Campus Caumé, Boa Vista – RR.  
ewerton.abreu@outlook.com  
<http://lattes.cnpq.br/8908787570027949>

**RESUMO:** O experimento foi conduzido para avaliar o valor nutritivo da silagem de capim-elefante com adição de 20 e 50% de farelo de caroço de açaí na matéria natural, com capim-elefante emurchecido ou não ao sol. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado. Após 60 dias os silos foram abertos e amostras foram coletadas para realização da análise bromatológica. Após análise de todos os parâmetros estudados, pode-se concluir que não há viabilidade de utilização do farelo de caroço de açaí na silagem de capim-elefante na alimentação

de ruminantes nas proporções e condições aqui apresentadas, por evidenciar alto valor de FDN e baixo valor nutritivo quando comparado a silagem sem adição do farelo de caroço de açaí.

**PALAVRAS-CHAVE:** açaizeiro, ensilagem, *Pennisetum purpureum*, valor nutritivo

#### AÇAÍ SEED BRAN AS AN ADDITIVE IN ELEPHANT GRASS SILAGE

**ABSTRACT:** The objective of experiment was evaluate the nutritive value of elephant grass silage with the addition of 20 and 50% Açaí seed bran in natural matter, with elephant grass wilted or not the sun. A completely randomized design was used. After 60 days the silos were opened and samples were collected to perform the bromatological analysis. After analyzing all the parameters studied, it can be concluded that there is no feasibility of using Açaí seed bran in elephant grass silage in the feeding of ruminants in the proportions and conditions presented here, as it evidences a high NDF value and low value nutritious when compared to silage without the addition of açaí stone meal.

**KEYWORDS:** açaizeiro, Nutritional value, *Pennisetum purpureum*, Silage

#### INTRODUÇÃO

A silagem é um alimento produzido em grande parte do Brasil, em função da

estacionalidade da produção forrageira. No norte do Brasil há duas épocas do ano bem definidas, sendo que de julho a março é marcada por seca, onde os animais sofrem com a falta de alimento no pasto, o restante do ano é chuvoso. Entretanto, grande parte dos produtores da região não tem a prática de produzir silagem, necessitando, portanto, de alternativas que os levem a entender a importância da silagem para a alimentação animal, por meio da utilização de produtos regionais.

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) é uma forrageira com excelente potencial de produção de matéria seca, difundida em todo Brasil e constitui-se uma excelente alternativa às culturas anuais para produção de silagem. Contudo, reduzido teor de MS favorece a atuação de microrganismos do gênero *Clostridium*, responsáveis alterações na fermentação gerando perdas de 50 e 18% para MS e energia, respectivamente (McDONALD et al., 1991, apud BALSALOBRE et al., 2001). Daí a necessidade de reduzir a umidade do capim-elefante para obtenção de silagens de boa qualidade. Tem sido recomendados cortes constantes, quando nova, a fim de melhorar seu valor nutritivo, devido ao seu teor elevado de umidade (ZANINE et al., 2006).

O teor ideal de matéria seca de espécies forrageiras para obtenção de silagens de boa qualidade está em torno de 28 a 35% (MUCK, 1988). Contudo, o capim-elefante apresenta normalmente teores de 15 a 20%, de matéria seca, com 60 dias de desenvolvimento (MONTEIRO et al., 2011), necessitando então de aditivos ou produtos ricos em matéria seca, para redução do teor de umidade (CÂNDIDO et al., 2007; TEIXEIRA et al., 2008). Entretanto, a utilização de aditivos com elevado teor de fibra pode influenciar no valor nutritivo das silagens (PIRES et al., 2009).

A redução da umidade ao sol, assim como a utilização de aditivos absorventes são as técnicas recomendadas para aumento do teor de MS da forrageira a ser ensilada. O emurchecimento, apesar de ser recomendado, tem gerado custos extras para o produtor e por vezes, as condições climáticas limitam essa prática (FARIA et al., 2007).

O açai, (*Euterpe oleracea*) é uma palmeira de origem natural da Floresta Amazônica, descoberta por indígenas antes da época da colonização brasileira, sem data definida, que a chamaram de “içá-çai” ou a fruta que chora (TORRES, 2014).

O gênero *Euterpe* tem cerca de 28 espécies localizadas na América do Sul e Central, e distribuídos por toda a bacia amazônica. As três espécies que ocorrem mais frequentemente são *E. oleracea*, *E. precatoria* e *Euterpe edulis*. No entanto, apenas as duas primeiras espécies são comercialmente utilizadas por seus frutos (FELSSNER, 2016, apud YAMAGUCHI et al., 2015). A maturação do fruto é completada em cerca de 175 dias, apresentando uma cor violeta (FELSSNER, 2016, apud HENDERSON, 1995).

O principal elemento extraído do fruto é o chamado vinho-de-açaí (suco), feito com a polpa e a casca dos frutos maduros. A polpa é também consumida na forma de creme, licor, geleia, mingau, sorvete, picolé e doces.

A produção do fruto se dá em áreas de ocorrência espontânea da espécie, em solos úmidos ou às margens de rios e lagos da Amazônia brasileira. O fruto bastante apreciado pela rede amazônica, além de ser visto como uma iguaria para os provadores visitantes (TORRES, 2014). Atualmente o cultivo dessa palmeira tão saborosa é realizado não apenas na Região Amazônica, mas também em outros estados, como o sul da Bahia (SENA, 2016).

O estado de Roraima se vem se destacando na produção do açaí, devido ao aumento do mercado consumidor, e a valorização do fruto no estado, além dos fatores de clima e solo. O estado de Roraima produz cerca de 42 toneladas de açaí em 9 mil hectares de área plantada (MEDEIROS, 2016). E a tendência é que esse número cresça. Já que o fruto a cada dia é mais apreciado.

Segundo a Pesquisa Agrícola Municipal (PAM), no Brasil de 2015 para 2016, a produção agrícola nacional de açaí aumentou de 1,0 milhão de toneladas para 1,1 milhão. O maior estado produtor foi o Pará, com aproximadamente 98,3% do total nacional. Os 20 maiores municípios produtores são paraenses, com destaque para Igarapé-Miri, o maior produtor mundial, com 305,6 mil toneladas, 28,0% da produção do país. Juntos, os cinco maiores municípios produtores (Igarapé-Miri, Cametá, Abaetetuba, Bujaru e Portel) representam 62,7% da produção do estado. Os demais estados produtores são Amazonas, Roraima, Bahia e Espírito Santo. No entanto, é na região do estuário do Rio Amazonas que se encontram as maiores e mais densas populações naturais dessa palmeira, adaptada às condições elevadas de temperatura, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar (PERET, 2017).

Portanto, objetivou-se determinar as características bromatológicas da silagem contendo farelo do caroço de açaí.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado nas dependências do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima, Campus Novo Paraíso, na Cidade de Caracarái – Roraima, Vila Novo Paraíso, nas coordenadas geográficas N 01°14'51,6" e W 60°28'20,4", altitude de 105 m, o clima é classificado como do tipo tropical sazonal – Am, clima tropical úmido ou sub-úmido, na classificação de Köppen, com chuvas de março a agosto, pluviosidade média em torno de 1755 mm anuais. A temperatura média anual de 27.3°C.

As análises foram realizadas o Laboratório de Solos do Campus Novo Paraíso e no Laboratório de Forragem da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Campus Juvino Oliveira, Itapetinga, Bahia.

Foram testados dois níveis de adição do farelo do caroço de açai em silagem de capim-elefante, no total de 5 tratamentos, sendo: T1 - Capim-elefante com emurchecimento e sem aditivo, T2 - Capim-elefante com emurchecimento com 20% de caroço, T3 - Capim-elefante com emurchecimento com 50% de caroço, T4 - Capim-elefante sem emurchecimento com 20% de caroço e T5 - Capim-elefante sem emurchecimento com 50% de caroço.

O caroço de açai foi adquirido na cidade de Rorainópolis – Roraima, nos locais de despolpa, em seguida, secos ao sol para redução da umidade e triturados para a obtenção do farelo. Já o capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum.*) utilizado, foi obtido em uma capineira já estabelecida, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima, Campus Novo Paraíso, na Cidade de Caracarái – Roraima. Logo após o corte de uniformização a 10 cm do solo, a capineira foi devidamente adubada com 100 kg/ha de N (ureia), 100 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato simples) e 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio). O capim foi colhido manualmente com 45 dias de crescimento, depois do corte de uniformização, e a fração a ser emurchecida foi submetida ao sol por 8 horas, enquanto para o capim-elefante sem emurchecimento foi utilizado a proporção em relação à massa verde (peso/peso) da gramínea. Tanto o capim-elefante emurchecido e o não emurchecido foram picados em fragmentos médios de 2 cm, logo após ensilados com suas respectivas doses de aditivo.

A composição químico-bromatológica do capim-elefante emurchecido, sem emurchecimento e do farelo do caroço de açai, assim como a silagem obtida após fermentação, foi obtida segundo as metodologias descritas em SILVA & QUEIROZ (2002).

No processo de ensilagem, foi utilizado soquete para compactar o material a ser ensilado nos silos. Os silos experimentais utilizados foram de PVC com 10 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento, com capacidade para aproximadamente 4 litros. Os silos foram vedados com tampões nas pontas, o tampão de cima era provido de válvulas do tipo “Bunsen” para permitir o escape dos gases oriundos da fermentação e possibilitar que as perdas de MS advindas do processo fermentativo fossem quantificadas. Além disso, no fundo de cada silo foi colocado 1 kg de areia, para captação do efluente proveniente da forragem ensilada, sendo separado da forragem por uma tela fina de plástico tipo sombrite. Após 60 dias, os silos foram abertos e coletadas amostras para análise e congeladas para posteriores análises. Ao iniciar as análises, amostras aproximadamente 120 gramas foram colocadas em estufa a 60+5°C por 72 horas para pré-secagem. Todas

as amostras foram trituradas em moinho dotado de peneira com crivos de um milímetro de diâmetro, armazenadas para posteriores análises bromatológicas de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp), seguindo os procedimentos descritos por SILVA & QUEIROZ (2002).

Os dados obtidos da forragem e da silagem de capim-elefante serão submetidos à análise de variância e posteriormente comparados entre os tratamentos pelo teste Tukey, a 1% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada diferença estatística ( $P < 0,01$ ) entre os tratamentos para as variáveis matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína, (FDNcp) (tabela 1).

**Tabela 1.** Composição química da silagem de capim-elefante aditivada com farelo do caroço de açaí.

Variável (%MS)	Tratamentos**					p-valor	CV%
	T1	T2	T3	T4	T5		
MS	37,73c	49,41b	60,87a	32,09c	53,12b	0,01*	8,22
EE	5,11a	1,68c	1,41c	4,56b	1,61c	0,01*	8,47
FDN	69,33c	80,50ab	85,98a	77,38b	85,91a	0,01*	2,65
FDNcp	64,42c	71,52b	79,76a	73,58b	79,83a	0,01*	4,89
PB	7,88a	6,92ab	6,14b	6,62b	5,59c	0,01*	5,38

VC - Coeficiente de variação. \* Efeito significativo ( $p < 0,001$ ).

\*\*T1 - Capim-elefante emurchecido ao sol; T2 - Capim-elefante emurchecido ao sol +20% de farelo de caroço de açaí; T3 - Capim-elefante emurchecido ao sol +50% de farelo de caroço de açaí; T4 - Capim-elefante sem emurchecimento +20% de farelo de caroço de açaí; T5 - Capim-elefante sem emurchecimento +50% de farelo de caroço de açaí.

Houve diferença significativa ( $P > 0,01$ ) para todas as variáveis estudadas, sendo o tratamento com capim-elefante emurchecido ao sol +50% de farelo de caroço de açaí (T3), aquele que apresentou maior teor de matéria seca em função da sua perda de água pelo emurchecimento e maior participação farelo de açaí. Já que o capim-elefante apresenta altos teores de umidade, o que facilita a proliferação de microrganismos indesejáveis no processo de fermentação da silagem. Assim, adição de produtos que aumentem o teor de matéria seca é de fundamental importância não só por melhorar a fermentação, mas também por aproveitar subprodutos/ou resíduos que poderiam servir de alimentação para ruminantes, e que, seriam descartados na natureza.

O tratamento com capim-elefante emurchecido ao sol +50% de farelo de caroço de açaí (T3) teve resultados semelhantes ao tratamento com capim-elefante sem emurchecimento +50% de farelo de caroço de açaí (T5) no que diz respeito aos

teores de FDN e FDN<sub>cp</sub>, provavelmente pela maior participação do farelo do açaí em sua composição mostrando ser irrelevante a realização do emurchecimento por parte do produtor quando adicionados 50% de farelo de caroço de açaí.

No que diz respeito ao EE, o tratamento sem participação do farelo do caroço de açaí (T1), foi o que apresentou maior teor de EE (<0,01), contudo os T2, T3 e T5 apresentaram valores semelhantes. Os limites de EE que podem ser oferecidos para ruminantes, segundo descritos na literatura estão entre 5 e 7% da matéria seca da dieta, portanto, os valores aqui descritos são considerados baixos, podendo influenciar na fermentação ruminal. Segundo relata Kozloski (2011), o limite de 7% de EE na MS pode inibir a fermentação ruminal.

Os valores de proteína estão abaixo do valor preconizado por Van Soest (1994) que é de 7%, valor considerado como limite mínimo para que a digestibilidade de uma forrageira não passe a limitar o consumo dos ruminantes.

Como observado na tabela 1, apenas a silagem de capim-elefante emurchecida e sem adição do farelo do caroço de açaí (T1) apresentou valor de PB maior que 7%, semelhante ao tratamento de silagem de capim-elefante emurchecido com acréscimo de 20% do caroço de açaí, podendo inferir então que o farelo do caroço de açaí apresenta teores de proteína mais baixo que o capim-elefante.

O tratamento de capim-elefante emurchecido e sem adição de farelo do caroço de açaí foi o que apresentou menor teor de FDN, no entanto, ainda alto (limites de FDN) para alimentação de ruminantes, não sendo recomendado para ser ofertado como dieta exclusiva, sem a participação de concentrado.

De acordo com Van Soest (1994), o consumo de matéria seca tem correlação positiva com o teor de FDN, quando esta se encontra no alimento entre 55 e 60% MS ocorrendo assim um aumento do consumo com o aumento do FDN da dieta. Entretanto, uma correlação negativa é observada quando teores de FDN excedem 60% MS, ocorrendo assim uma redução no consumo. Outros aspectos devem ser levados em consideração, como a qualidade da FDN da dieta e as características do animal.

No trabalho de Almeida et al. (1999), foram encontrados valores do capim-elefante no de 40,60% de FDN, valor muito inferiores ao encontrado no presente trabalho (69,33 a 85,91%), o que pode-se concluir que esses valores não corresponde de forma positiva na alimentação de ruminantes, como fonte alimentar exclusiva, o que pode reduzir de forma significativa o consumo desses animais. Pode-se notar ainda que a silagem de capim-elefante sem a participação do aditivo apresentou melhores resultados, não sendo vantajoso para o produtor processar o caroço do açaí para adicioná-lo na silagem, caso tenha possibilidade de realizar o emurchecimento adequado do mesmo.

## CONCLUSÃO

Não há viabilidade de utilização do farelo de caroço de açaí na silagem de capim-elefante na alimentação de ruminantes nas proporções e condições aqui apresentadas, por apresentar alto valor de FDN e baixo valor nutritivo quando comparado a silagem sem adição do farelo de caroço de açaí.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. I. V. et al. **Valor Nutritivo do Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum), do Feno de Alfafa (*Medicago sativa*, L.) e do Feno de Capim Coast-cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) para Eqüinos**. Revista Brasileira de Zootecnia., v.28: Rio de Janeiro, 1999.

CÂNDIDO, M. J. D. et al. **Características fermentativas e composição química de silagens de capim-elefante contendo subproduto desidratado de maracujá**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36, n. 5, p. 1489-1494, 2007.

FARIA, D. J. G. et al. **Composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante com níveis de casca de café**. Revista Brasileira de Zootecnia., v.36, n.2, p.301-308, 2007.

FELSSNER, K. S. **Avaliação nutricional da semente de açaí (*euterpe oleracea mart.*) como ingrediente em alimentos extrusados para cães. XIV CONGRESSO CBNA PET** Maringá-PA: Universidade Estadual de Maringá centro de ciências agrárias, 2016.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3.ed. Santa Maria: UFSM, 2011, 216p.

McDONALD, P. et al. **A bioquímica da silagem**. 2nd ed. Marlow: Chalcombe de 1991.

MEDEIROS, G. **Desenvolvimento Rural**. Frutas do Brasil. Minas Gerais, 2016.

MONTEIRO, I. J. G. et al. **Silagem de capim-elefante aditivada com produtos alternativos**. Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringá, v. 33, n. 4, p. 347-352, 2011.

MUCK. **Fatores que influenciam a qualidade da silagem de ER e suas implicações para a gestão**. Journal of Dairy Science, v 71, n. 11, p. 2992-3002, 1988.

PERET, E. **A safra de açaí foi de 1,1 milhões de toneladas em 2016**, 2017.

PIRES, A. J. V. et al. **Capim-elefante ensilado com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, n. 1, p. 34-39, 2009.

SENA. **Brasil o Maior Produtor de Açaí**. As frutas ricas do Brasil: Brasília – BR, 2016.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2002.

TEIXEIRA, F. A. et al. **Perdas na ensilagem de capim-elefante aditivado com farelo de cacau e cana-de-açúcar**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 60, n. 1, p. 227-233, 2008.

TORRES, K. F. **Açaí, símbolo cultural: Uma proposta interdisciplinar para construção de conhecimento**. Belém – PA, 2014.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.

ZANINE, A. M. et al. **Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo**. Archivos de Zootecnia, v. 55, n. 209, p. 75-84, 2006.

# CAPÍTULO 13

## USO DE FERRAMENTAS DE GESTÃO NA ATIVIDADE LEITEIRA: UM ESTUDO MULTICASO, EM PROPRIEDADES LEITEIRAS NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

Data de submissão: 07/10/2020

Data de aceite: 01/12/2020

### **Camilla Birenbaum NOBILE**

Departamento de Medicina Veterinária  
Centro de Ciências Biológicas e da Natureza  
(CCBN)

Programa de Pós-Graduação em Sanidade e  
Produção Animal Sustentável na  
Amazônia Ocidental (PPGESPA)

Universidade Federal do Acre – UFAC  
Rio Branco – Acre – Brasil

<http://lattes.cnpq.br/5082270780193714>

### **Francisco Lopes DANTAS**

Departamento de Medicina Veterinária  
Centro de Ciências Biológicas e da Natureza  
(CCBN)

Programa de Pós-Graduação em Sanidade e  
Produção Animal Sustentável na  
Amazônia Ocidental (PPGESPA)

Universidade Federal do Acre – UFAC  
Rio Branco – Acre – Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/1829139114726422>

### **Agnes de Souza LIMA**

Departamento de Medicina Veterinária  
Centro de Ciências Biológicas e da Natureza  
(CCBN)

Programa de Pós-Graduação em Sanidade e  
Produção Animal Sustentável na  
Amazônia Ocidental (PPGESPA)

Universidade Federal do Acre – UFAC  
Rio Branco – Acre – Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/5694170569222767>

### **Eduardo Mitke Brandão REIS**

Professor e Pesquisador

Departamento de Medicina Veterinária  
Centro de Ciências Biológicas e da Natureza  
(CCBN)

Programa de Pós-Graduação em Sanidade e  
Produção Animal Sustentável na  
Amazônia Ocidental (PPGESPA)/UFAC

<http://lattes.cnpq.br/5068223889420243>

\*Autora para correspondência. Camilla Birenbaum NOBILE

E-mail: [camillabnobile@gmail.com](mailto:camillabnobile@gmail.com).

Rua Orion 519, c. 09. Cep 69.901-103,

Morada do Sol, Rio Branco – Acre.

**RESUMO:** Objetivou-se identificar os pontos fracos em propriedades leiteiras e sugerir correções, visando o aumento da produtividade e rentabilidade. O estudo aconteceu em cinco propriedades na regional do baixo Acre/Amazônia Ocidental, entre abril e maio de 2018, utilizando questionário semiestruturado, contendo 549 questões para coletar as informações. Cada pesquisador analisou e identificou os pontos falhos sugerindo a melhor ferramenta de gestão para minimizar o problema. Os principais pontos fracos foram identificados e elencados por ordem decrescente na Matriz GUT. A partir da pontuação atribuída, definiu-se a ferramenta que seria aplicada. Concluiu-se que, o uso delas traz uma dinâmica assertiva na resolução dos problemas prioritários apresentados na atividade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Leite, Diagrama de Ishikawa, Pecuária, Ciclo PDCA, Pontos Fracos

## USE OF MANAGEMENT TOOLS IN MILK ACTIVITY: A MULTICASOUS STUDY ON MILK PROPERTIES IN WESTERN AMAZON

**ABSTRACT:** The objective was to identify weaknesses in dairy properties and to suggest corrections, aiming at increasing productivity and profitability. The study took place in five properties in the low acre / Western Amazon region between April and May 2018 and could be used as semi-structured, containing 549 questions to collect as information. Each researcher analyzed and identified the missing points for a better solution to minimize the problem. Weaknesses were identified and listed in descending order in the GUT matrix. From the assigned list, a tool was defined that would be applied. In conclusion, their use brings an assertive dynamic in solving the priority problems reported in the activity.

**KEYWORDS:** Milk, Ishikawa Diagram, Livestock, PDCA Cycle, Weaknesses

### INTRODUÇÃO

Segundo os resultados preliminares do Censo Agro 2017, o Brasil produziu em 2017 mais de 30 bilhões de litros de leite de vaca. Considerando o período de 1996 a 2017 o crescimento foi de 67,87% (IBGE, 2017, p.47).

Dos Estados do Norte do país, o destaque em litros de leite produzido vai para Rondônia com mais de 860 milhões; o estado do Amapá foi responsável pela menor produção com 801 mil litros de leite de vaca (IBGE, 2017, p.48).

Em praticamente toda Região Norte, o modelo de produção de leite empregado pelos produtores é o sistema extensivo a pasto, no qual são utilizados os animais de “dupla aptidão”, com baixa produção e produtividade. O preço do litro de leite pago ao produtor é baixo, o que torna a atividade economicamente inviável. A médio prazo, entende-se que a atividade pode-se tornar insustentável (REIS, 2017, p.889).

Em 2016 a produção de leite acreana passava de 56 milhões de litros, com destaque para Acrelândia – AC com mais de 400% de crescimento e Xapuri – AC com 391% (IBGE, 2016); porém, segundo dados recentemente divulgados pelo IBGE, em 2017 o Acre respondeu por aproximadamente 33 milhões de litros, indicando queda acentuada na produção leiteira do Estado (IBGE, 2017, p.49).

Por esses fatores é fundamental que a propriedade leiteira passe a ser vista como uma empresa rural, ou seja, um empreendimento que precisa ser economicamente viável para garantir sua sobrevivência. Diante disso, surge a necessidade de utilizar ferramentas a fim de apresentar significativamente, determinados pontos críticos do processo e auxiliar na tomada de decisão para a resolução de problemas (GOMES; MOZZO, 2014). Estas são, predominantemente, usadas para identificar, observar e analisar problemas. Um problema, no âmbito de uma empresa é um resultado indesejado ou um desafio a suplantar; um exemplo seria a baixa produtividade ou elevado número de defeitos (MEIRELES, 2011, p.8).

As ferramentas de gestão já amplamente utilizadas em setores terciários, podem ser utilizadas no setor primário e até dentro das propriedades rurais, como estratégia de controle da qualidade e aumento da produtividade (PARRE et al., 2011), contudo, não basta apenas conhecer essas ferramentas é preciso discernir quando e onde utiliza-las (MEIRELES, 2011, p.13).

Desta forma, objetivou-se com o presente trabalho, identificar os pontos fracos em propriedades leiteiras e sugerir correções de forma racional visando aumento da produtividade e da rentabilidade.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em cinco propriedades leiteiras localizadas nos municípios de Senador Guimard e Rio Branco - regional do Baixo Acre/AC, na Amazônia Ocidental, no período de abril a maio de 2018, por pesquisadores e discentes do curso de Mestrado da Universidade Federal do Acre – UFAC. As propriedades participantes da pesquisa estão inseridas em um programa de assistência técnica do Governo do Estado do Acre, através da Secretaria de Extensão Florestal e Produção Familiar – SEAPROF.

Para realização do diagnóstico, utilizou-se um formulário semiestruturado (LOPES et al., 2016), desenvolvido especificamente para identificar pontos fracos e fortes das propriedades estudadas. Esse questionário é composto por 549 perguntas divididas em: caracterização do produtor, caracterização da propriedade, rebanho, produção de leite, sistema de produção, escrituração zootécnica, manejo de ordenha, manejo reprodutivo, qualidade do leite, controle sanitário e manejo ambiental, que orientou os pesquisadores a identificarem os pontos fracos e fortes. Em seguida, utilizou-se a ferramenta de gestão *brainstorming*, que é uma técnica utilizada para explorar as ideias e os pensamentos críticos, podendo ser feito de forma individual ou coletiva (COUTINHO; BOTTENTUIT JUNIOR, 2007). Em seguida, cada profissional expôs suas ideias acerca de cada ponto fraco e forte identificado e posteriormente aplicou-se a matriz GUT (BEHER et al., 2008) que consiste em analisar a Gravidade, Urgência e Tendência dos problemas enfrentados.

Os itens foram listados em uma planilha Excel com respectivas notas de um a cinco, onde um indica sem gravidade/sem urgência e a tendência daquela condição permanecer estável; cinco indica alta gravidade/urgência em agir e tendência de agravamento imediato. Posteriormente é realizada a somatória e a média de cada pesquisador para cada ponto listado e os pontos fracos são ranqueados em ordem decrescente a partir da pontuação atribuída.

Com o objetivo de ser cada vez mais assertivo na indicação da resolução dos problemas e identificar a melhor ferramenta de gestão a ser utilizada, a equipe fez o uso da ferramenta *brainstorming* (COUTINHO; BOTTENTUIT JUNIOR, 2007, p.107) e

selecionou o Diagrama de Ishikawa (ISHIKAWA, 1985, p.80), 5W2H (LISBOA; GODOY, 2012, p.36) e PDCA (AGUIAR, 2016, p.21), visando elevar a rentabilidade da atividade reduzindo e corrigindo os pontos fracos.

## RESULTADOS

Foram listados em ordem decrescente os pontos fracos encontrados nas propriedades estudadas durante a realização da pesquisa; posteriormente foram atribuídas pontuações e aplicação da matriz GUT, conforme Tabela 1. Dentre as pontuações atribuídas por cada pesquisador é possível observar grande diferença, o que reflete proporcionalmente ao desvio padrão de cada ponto avaliado. Portanto, as pontuações de maior valor indicam os problemas que devem ser priorizados, pois estes podem afetar diretamente a produtividade e a rentabilidade da propriedade rural. A partir da seleção desses pontos é possível realizar um planejamento adequado, onde na maioria dos casos, com poucas ações é possível solucionar os problemas enfrentados nas propriedades (LOPES et al., 2016).

As maiores pontuações indicam a maior necessidade de intervenção, pois possuem maior gravidade, maior urgência em ser resolvidos e maior tendência de se agravarem. Os principais pontos fracos encontrados foram: Estruturação do rebanho, Falta de planejamento para o período seco, não procura capacitação, infestação de carrapato e área total desmatada (Tabela 1).

**Tabela 1.** Pontuação atribuída por meio da Matriz GUT aos pontos fracos identificados no sistema de produção de leite em propriedades estudadas, na Regional do Baixo Acre, estado do Acre, na Amazônia Ocidental, em abril e maio de 2018.

Pontos Fracos	Nota atribuída aos pontos fracos por pesquisador				
	1	2	3	média	DP
Composição inadequada de rebanho	125	125	125	125,00	0,00
Alta infestação de carrapatos	100	125	125	116,67	14,43
Não procura capacitação	80	125	100	101,67	22,55
Ausência de Planejamento para o período seco	80	80	125	95,00	25,98
Área total desmatada	100	80	100	93,33	11,55
Não troca teteiras no período correto	27	125	125	92,33	56,58
Não realiza análise do leite	100	80	80	86,67	11,55
Não possui área de preservação permanente	100	64	80	81,33	18,04
Leite transportado em caminhão não refrigerado	64	8	100	57,33	46,36
Não utiliza as técnicas de conservação de solo	80	27	60	55,67	26,76
Diarreia em bezerras	64	18	80	54,00	32,19
Ração com alto custo	45	80	36	53,67	23,25
Água não tratada	60	36	60	52,00	13,86
Baixa produtividade do milho plantado	80	36	36	50,67	25,40
Destinação inadequada dos dejetos do curral	27	8	12	15,67	10,02
Baixo valor do bezerro macho à desmama	100	18	18	45,33	47,34
Sem averbação de reserva legal	64	36	36	45,33	16,17
Realiza recria de bezerras	100	12	18	43,33	49,17

Pontos Fracos	Nota atribuída aos pontos fracos por pesquisador				
	1	2	3	média	DP
Cobertura de solo regular	64	27	36	42,33	19,30
Aplicação de antibiótico em bezerras	27	64	36	42,33	19,30
Realiza compensação das áreas desmatadas	64	36	24	41,33	20,53
Ovos por grama	60	18	24	34,00	22,72
Criação dos bezerros machos	27	8	60	31,67	26,31
Inadequado dimensionamento de bebedouro	27	27	27	27,00	0,00
Sem recuperação de área	8	27	16	17,00	9,54
Utilização de touros sem raça definida	27	6	18	17,00	10,54
Não realiza desmama de bezerras	27	8	12	15,67	10,02
Não remove tetas extranumerárias	8	8	1	5,67	4,04
Criação de bezerro ao pé da vaca	1	1	2	1,33	0,58
Realiza monta natural	1	0	2	1,00	1,00
Não realiza irrigação	0	1	1	0,67	0,58

A realização do diagnóstico foi fundamental para que se pudesse identificar os pontos fracos, que podem comprometer o sucesso produtivo e econômico das propriedades leiteiras estudadas. Isso é benéfico pois, em muitos casos, para solucioná-los não há necessidade de grandes investimentos ou esforços demasiados, fato esse que torna promissor as propriedades leiteiras. Com base nos pontos elencados, pode-se realizar um plano de ação e metas a serem cumpridas a curto, médio e longo prazos.

A coleta de dados por meio do diagnóstico realizado, visou agilizar as tomadas de decisões dentro das propriedades leiteiras. Uma breve discussão sobre a importância de cada ponto fraco diagnosticado, bem como a recomendação da ferramenta de gestão a ser utilizada, foi realizada neste estudo.

### Primeiro ponto fraco: Estruturação de rebanho

A profissionalização do agronegócio nacional em todas as cadeias produtivas é assunto recorrente nos meios de comunicação. A contínua profissionalização dos agentes envolvidos nos diferentes sistemas agroindustriais, apresenta-se como atributo imprescindível, além de métodos administrativos (ANJOS, 2010, p.15).

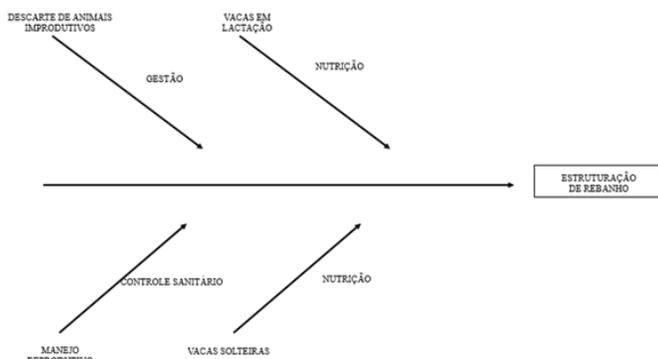
Entende-se por dimensionamento de rebanho, a determinação do número de animais por categoria, visando a exploração racional da área destinada ao sistema de produção; evolução pode ser entendida como as modificações em termos de variação quantitativa ocorridos no rebanho original, que podem acontecer em níveis de categorias ou em números de animais (LOPES, 2000, p.1). A importância da evolução de rebanho no planejamento zootécnico é o de poder estabelecer índices anualmente, da capacidade de suporte das pastagens para exploração eficiente dos recursos disponíveis ao sistema de produção (LOPES, 2000, p.1).

No estado do Acre não existe o registro de nenhuma propriedade que viva exclusivamente do leite; o bezerro macho é vendido na desmama e figura com uma importante receita para a atividade, logo toda propriedade de leite também é uma propriedade de cria. Sendo assim, a composição de rebanho é relativamente diferente do preconizado na literatura.

Para solucionar o ponto fraco “Estruturação de rebanho”, foi proposto o Diagrama de Ishikawa, que é uma ferramenta gráfica utilizada na análise de problemas, como na estruturação de decisões relativas as situações que devem ser eliminadas (PALADINI, 2004); para cada problema, o diagrama mostra a relação entre uma característica de qualidade (efeito) e seus fatores (causa). Segundo ISHIKAWA (1985, p.33), a composição do Diagrama considera que os problemas podem ser classificados em sete tipos diferentes de causas. São os 7 Ms: Machine (Máquina), Method (Método), Mother nature (Meio Ambiente), Man power (mão de obra), Material (Matéria prima) e Measurament (Medida).

Considerando as 5 propriedades estudadas, o rebanho médio era composto de 207 animais. Destes, 97 eram vacas em lactação (46,85%) e 110 vacas secas (53,14%), com uma produção diária de 520 litros (5,36 litros/animal).

Uma boa estruturação de rebanho é fundamental para otimizar a maior produção na propriedade. Ela deve ser composta por 70% (setenta) dos animais adultos e 30% (trinta) de fêmeas jovens; das 70% (setenta) de vacas, 85% (oitenta e cinco) devem estar lactando. (CAMARGO; HADDADE, 2014, p.5). Essa ação possibilitará se trabalhar com um número maior de animais produtivos da propriedade, elevando assim a produção, a renda e principalmente otimizando a disponibilidade de forragem para os animais. Assim é necessário trabalhar dois grupos de animais: vacas em lactação e vacas solteiras. Inicialmente realizar a pesagem mensal do leite dos animais lactantes, descartando os animais improdutivos para o perfil das propriedades trabalhadas; reduzir o número de animais solteiros (improdutivos); Realizar anotações zootécnicas que auxiliarão na tomada de decisão tanto para o manejo nutricional como o manejo reprodutivo. Realizar a monta programa (inseminação artificial ou monta natural) de modo que reduza o número de animais solteiros. Os ajustes nutricionais e sanitários são preponderantes para se resolver o ponto fraco principal.



**Figura 1.** Diagrama de Ishikawa como proposta para solucionar o ponto fraco estruturação de rebanho.

### Segundo ponto fraco: Ausência de Planejamento para o período seco

De acordo com o pesquisado a “Ausência de Planejamento para o período seco” ficou com a segunda maior nota na Matriz GUT (Tabela 1), reforçando que esse ponto fraco é prioridade na gestão das propriedades rurais. Nas propriedades estudadas nenhuma realizava planejamento para período seco.

A qualidade nutricional dos pastos diminui consideravelmente na estação seca, sendo de fundamental importância que a propriedade rural realize um planejamento nutricional para esse período. A suplementação animal no período seco permite maior crescimento de microrganismos ruminais devido ao aumento de nutrientes que são disponibilizados via suplementação, aumentando o consumo e digestibilidade da forragem, consequentemente melhorando o aproveitamento dos alimentos disponíveis (HOFFMANN et al., 2014).

O PDCA é um método de gerenciamento de processos ou de sistemas. Para conseguir resolver o problema de “Falta de Planejamento no período seco” é preciso focar e estabelecer uma meta para que não falte alimento em quantidade e qualidade nesse período.

De acordo com ANDRADE (2003, p.23), o ciclo PDCA é projetado para ser usado como um modelo dinâmico em que a conclusão de um ciclo irá fluir no começo do próximo ciclo, e assim sucessivamente. Além disso, o mesmo afirma que, o processo sempre pode ter uma nova análise, o que implica em novo processo de mudança.

Esta ferramenta possui quatro etapas que são divididas da seguinte forma, segundo ANTUNES e ENGEL (1997): a) Plan (Planejamento); b) Do (Execução); c) Check (Verificação); d) ACT (Ação e Padronização).

Assim, ao aplicar a ferramenta para a resolução do segundo ponto fraco temos:

a) PLAN (Planejamento): Planejar a suplementação volumosa e proteica/energética durante a estação chuvosa anterior para que não falte no período seco. Definir o tamanho

da área destinada à produção de volumosos de acordo com a quantidade de animais a ser suplementada, a duração do período de suplementação, do consumo previsto e da produtividade esperada. Manejar, durante a estação chuvosa, o pasto a ser vedado, de modo a possibilitar disponibilidade de forragem para o período seco subsequente. A quantidade de forragem por animal deve ser de, aproximadamente, duas a duas vezes e meia o consumo estimado. Escolher a forragem adequada dando preferência àquelas com boa retenção de folhas (EUCLIDES FILHO et al., 2002).

b) DO (Execução): Manejo de capineiras, banco de proteínas como piquete com leguminosas, cana de açúcar podendo ser misturada com uréia, diferimento ou reserva de pastos (feno-em-pé) para favorecer o acúmulo de forragem que será usada durante a época seca.

c) CHECK (Verificação): Manter registro atualizado do programa de alimentação de todo o rebanho se certificando sempre que o planejamento está de acordo com o número de animais e disponibilidade de alimento para o período seco.

d) ACT (Ação e Padronização): Seguindo o planejamento corretamente não faltará alimento para o período crítico do ano. Para o período chuvoso subsequente recomenda-se novo planejamento corrigindo falhas promovendo continuamente a melhoria do desempenho do processo.

### **Terceiro ponto fraco: Não procura capacitação**

Das propriedades estudadas (n=5) apenas uma (20%) indicou procurar capacitação, ou seja, 80% não busca capacitação tanto para o proprietário, quanto para os funcionários quando existentes na propriedade.

Para solucionar o terceiro ponto fraco “Não procura capacitação” utilizou-se novamente a ferramenta ciclo PDCA (ANTUNES; ENGEL, 1997), desta forma, a partir da consensualidade dos pesquisadores, o ponto caracterizou-se como um problema de caráter essencial em uma propriedade leiteira e que deve ser constantemente acompanhado quando objetiva-se o sucesso do empreendimento (VASCONCELOS et al., 2009; LOPES et al., 2016).

Assim, aplicando-se a ferramenta supracitada para a resolução do terceiro ponto fraco é demonstrado da seguinte forma: a) PLAN (Planejamento): Buscar informações de cursos e capacitações existentes em instituições competentes, para o proprietário e/ou funcionário (s); b) DO (Execução): Realizar os cursos e capacitações que estejam de acordo com o interesse da propriedade; c) CHECK (Verificação): Avaliar as aplicações dos cursos e capacitações na rotina da propriedade; d) ACT (Ação e Padronização): Após a realização das etapas anteriores avaliar os benefícios e adotar um calendário para capacitações com objetivos específicos.

#### Quarto ponto fraco: Alta infestação de carrapato

Nas propriedades estudadas verificou-se que a infestação de carrapato estava presente nas 5 (100%) propriedades, sendo que em todas (100%) o protocolo de tratamento era a base de “*pour on*”, sem planejamento estratégico de aplicação e de bases farmacológicas, em todas as propriedades o tratamento mostrou ser ineficiente apresentando recidiva em 100% dos rebanhos.

O parasitismo pelo carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* em países tropicais e sub- tropicais é associado a grandes quedas nos índices de produtividade nos rebanhos. O controle convencional do parasita, baseado na utilização de drogas carrapaticidas, há anos vem demonstrando sua ineficiência como estratégia de controle a longo prazo, através de recorrentes relatos de populações de ectoparasitas resistentes às formulações comercialmente disponíveis (BIEGELMEYER et al., 2012). Os prejuízos causados pelo parasita são extremamente relevantes para a atividade agropecuária, pela diminuição da produção de carne e leite, além dos altos custos com tratamentos. Para controlar essa parasitose, métodos químicos, biológicos e de manejo têm sido utilizados (PRUETT, 1999; FRAGA et al., 2003).

O controle biológico dos carrapatos engloba princípios apoiados no conhecimento epidemiológico e ecologia do agente, aliado as técnicas de manejo dos animais e das pastagens, dificultando a sobrevivência das fases de vida livre do parasita. A rotação de pastagem, cultivo de espécies forrageiras com ação repelente sobre as larvas, alternância de pastoreio, uso de patógenos naturais aos carrapatos (fungos e bactérias) compõem as principais práticas preconizadas para o controle (ALVES-BRANCO et al., 2000; SONENSHINE et al., 2006; LEEMON et al., 2008; SAMISH et al., 2009).

Para solucionar o ponto fraco Infestação de carrapato, foi proposto o Diagrama de Ishikawa, que é uma ferramenta gráfica utilizada na análise de problemas como na estruturação de decisões relativas a situações que devem ser eliminadas (PALADINI, 2004), para cada problema o diagrama mostra a relação entre uma característica de qualidade (efeito) e seus fatores (causa).

Segundo Ishikawa (1985, p.33), a composição do Diagrama considera que os problemas podem ser classificados em sete tipos diferentes de causas. São os 7 Ms: Machine (Máquina), Method (Método), Mother nature (Meio Ambiente), Man power (mão de obra), Material (Matéria prima) e Measurament (Medida).

Para realizar a construção do diagrama inicialmente define-se o problema a ser analisado e em seguida relaciona-se as possíveis causas que contribuem para o surgimento do problema. É importante inicialmente definir uma estratégia de controle do



a produção em uma menor área preservando a qualidade e produtividade (LOPES et al., 2016).

Para solucionar o quinto ponto fraco denominado como: Área total desmatada foi utilizado o ciclo PDCA que é uma ferramenta utilizada para tomada de decisões importantes minimizando as chances de erros.

Assim, aplicando-se a ferramenta supracitada para a resolução do quinto ponto fraco “Área total desmatada” nos sistemas de produção estudados é demonstrado da seguinte forma: a) PLAN (Planejamento): Avaliar área total de desmatamento e verificar os locais de reflorestamento; b) DO (Execução): Reflorestar a área previamente delimitada na etapa anterior; c) CHECK (Verificação): Avaliar a composição da área reflorestada e compatibilidade com o planejado; d) ACT (Ação e Padronização): Após a realização das etapas anteriores avaliar os benefícios e programar a manutenção das áreas reflorestadas.

**Tabela 2.** Ferramenta de gestão indicada nos pontos fracos identificados nos sistemas de produção de leite estudados, na Amazônia Ocidental/Regional do Baixo Acre, estado do Acre, em abril de 2018.

Pontos Fracos	Ferramenta de gestão indicada
Estruturação de rebanho	Diagrama de Ishikawa
Falta de planejamento para o período seco	PDCA
Não procura capacitação	PDCA
Infestação de carrapato	Diagrama de Ishikawa
Área total desmatada	PDCA
Não troca teteiras no período correto	5W2H
Não realiza análise do leite	5W2H
Não possui área de preservação permanente	PDCA
Leite transportado em caminhão não refrigerado	Diagrama de Ishikawa
Não realização técnicas de conservação de solo	PDCA
Presença de diarreia em bezerras	Diagrama de Ishikawa
Utilização de ração com alto custo	Diagrama de Ishikawa
Não há tratamento da água	PDCA
Baixa produtividade do milho plantado	PDCA
Inadequado destino dos dejetos de curral	5W2H
Baixo valor do bezerro macho - desmama	5W2H
Sem averbação de reserva legal	5W2H
Realiza recria de bezerras	PDCA
Cobertura de solo regular	PDCA
Aplicação de antibiótico em bezerras	5W2H
Não realiza compensação das áreas desmatadas	PDCA
Ovos por grama	5W2H
Criação dos bezerros machos	5W2H
Inadequado dimensionamento de bebedouro	5W2H
Sem recuperação de área	PDCA
Utilização de touros sem raça definida	PDCA
Não realiza desmama de bezerras	5W2H
Não remove tetas extranumerárias	5W2H
Criação de bezerro ao pé da vaca	5W2H
Realiza monta natural	PDCA
Não realiza irrigação	Diagrama de Ishikawa

## Discussão

O uso de ferramentas de gestão na propriedade leiteira apesar de novo é de fundamental importância, pois a partir da ordenança de gravidade, urgência e tendência, pode-se estabelecer um plano de ação eficaz priorizando a resolução dos problemas de forma que se possa diminuir os prejuízos na atividade e passar a realizar a gestão de forma mais profissional e empreendedora. Além disso é preponderante para mitigar as falhas na atividade e também possibilita a construção de estratégias de atuação, priorizando uma gestão empreendedora e eficiente a propriedade rural. Por meio dos pontos fracos identificados nesse trabalho foi possível estabelecer que as ferramentas de gestão auxiliarão nas tomadas de decisões visando à correção de pontos falhos e, conseqüentemente, o aumento da rentabilidade. A partir da avaliação dos resultados encontrados, torna-se possível a realização de um planejamento contendo plano de ação e metas a serem cumpridas no curto, médio e longo prazos permitindo, então, minimizar os problemas que causam ineficiência no setor.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, S. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. 2ª Ed. Nova Lima, MG: INDG, 2016. 234p.
- ALVES-BRANCO, F.P.J.; PINHEIRO, A.C.; SAPPER, M.F.M. **Controle das principais ectoparasitas e endoparasitas em bovinos de corte no Rio Grande do Sul**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, Série Documentos, n.18, 2000, 54p.
- ANDRADE, A.B.F. Análise genética de infestação de fêmeas da raça Caracu por carrapatos (*Boophilus microplus*) e mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans*). 2001. 104f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdades Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, 2001.
- ANDRADE, F.F.de. **O método de melhorias PDCA**. 2003. 169f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Escola Politécnica - EP, São Paulo, 2003.
- ANJOS, M.C. dos. **O uso de ferramentas da qualidade na gestão da agroindústria em Mato Grosso do Sul**. 2010. 70f. Dissertação (Mestrado em Produção e Gestão Agroindustrial) - Universidade Anhanguera – UNIDERP, Campo grande, MS.
- ANTUNES, L.M.; ENGEL, A. **Agroqualidade: qualidade total na agropecuária**. Porto Alegre: Guaíba Agropecuária, 1997. 72p.
- BEHR, A.; MORO, E.L.S.; ESTABEL, L.B. Gestão na biblioteca escolar: Metodologia, enfoque e aplicação de ferramentas da gestão e serviços de biblioteca. **Ci. Inf.**, Brasília, v.37, n.2, p.32-42, maio/ago, 2008.
- BIEGELMEYER, P.; NIZOLI, L.Q.; CARDOSO, F.F.; DIONELLO, N.J.L. Aspectos de resistência de bovinos ao carrapato *Rhipicephalus (boophilus) microplus*. **Arquivos de Zootecnia**, vol.61 (R), p.1-11, 2012.

BRASIL. **Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Ano CXLIX n.102, 28 maio 2012, sec.1, p.1-9. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm). Acesso em: 3 set. 2018.

CAMARGO, A.C.; HADDADE, I.R. Viabilização da produção de leite na pequena propriedade. In: **Congresso Brasileiro de Zootecnia**, 24, 2014, Vitória. Artigo. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2014, p.1-49.

COUTINHO C.P.; BOTTENTUIT JUNIOR, J.B. **Utilização da técnica do Brainstorming na introdução de um modelo de E/B-Learning numa escola Profissional Portuguesa: a perspectiva de professores e alunos.** Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/7351>. Acesso em: 5 jun. 2018.

EUCLIDES FILHO, K.; CORRÊA E.S.; EUCLIDES V.P.B. Boas práticas na produção de bovinos de corte. Campo Grande, MS: **Embrapa gado de corte**, 2002, 25p.

FRAGA, A.B.; ALENCAR, M.M. de; FIGUEIREDO, L.A.de; RAZOOK, A.G.; CYRILLO, J.N. dos S.G. Análises de fatores genéticos e ambientais que afetam a infestação de fêmeas bovinas da raça Caracu por carrapatos (*Boophilus microplus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, suppl.1, p. 1578-1586, nov/dez., 2003.

GOMES, C.F.S.; MOZZO, G.C. Melhoria do Processo de Certificação de navio por meio da aplicação de ferramentas de análise de decisão em uma sociedade classificadora. **Relatório de Pesquisa em Engenharia de Produção**. v.14, n.A11, p.116-130, jul., 2014.

HOFFMANN, A. MORAES, E.H.B.K. de; MOUSQUER, C.J.; SIMIONI, T.A.; GOMES, F.J.; FERREIRA, V.B.; SILVA, H.M. da. Produção de bovinos de corte no sistema de pasto-suplemento no período seco. **Nativa**, v. 2, n. 2, p.119-130, abr./jun., 2014.

HOLANDA M.A.; PINTO, A.C.B.R.F. **Utilização do Diagrama de Ishikawa e Brainstorming para solução do problema de assertividade de estoque em uma indústria da região metropolitana do Recife.** In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 29, 2009, Salvador. Artigo. Salvador: Enegep, 2009. p.1-12.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2017: Resultados preliminares. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro\\_2017\\_resultados\\_preliminares.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro_2017_resultados_preliminares.pdf). Acesso em: 24 jul. 2018.

IBGE. **Pesquisa de Pecuária Municipal 2016.** Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/74>. Acesso em: 24 jul. 2018.

ISHIKAWA, K. **Controle de qualidade total: a maneira japonesa.** 3 Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1985, 277 p.

LEEMON, D.M.; TURNER, L.B.; JONSON, N.N. Pen studies on the control of cattle tick *Rhipicephalus (boophilus) microplus* with *Metarizium amisopliae (sorokin)*. **Veterinary Parasitology**, vol.156, p.248-260, out., 2008.

LISBOA, M. da G.P.; GODOY, L.P. Aplicação do método 5W2H no processo produtivo do produto: a joia. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**. Florianópolis, v. 4, p.32-47, 2012.

LOPES, M.A.; VIEIRA, P. de F.; CASTRO NETO, P.; MALHEIROS, E.B. Desenvolvimento de um sistema computacional para dimensionamento e evolução de rebanhos bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1511-1519, set/out., 2000.

LOPES, M.A. Sistema computacional para dimensionar rebanhos utilizando valores ajustados de equivalência das categorias animais. 2000. 116f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2000.

LOPES, M.A.; REIS, E.M.B; FERRAZA, R.A. **Formulário de diagnóstico da propriedade leiteira**. Lavras: UFLA, 2016, 19p. (Boletim Técnico).

MEIRELES, M. **Ferramentas administrativas para identificar observar e analisar problemas: Organizações com foco no cliente**. Série: Excelência Empresarial, vol.2, São Paulo: Arte & Ciência, 2001. 144p.

PALADINI, E.P. **Gestão de qualidade: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2004.

PARRÉ, J.L.; BÁNKUTI, S.M.S.; ZANMARIA, N.A. Perfil Socioeconômico de Produtores de Leite da Região Sudoeste do Paraná: Um estudo a partir de diferentes níveis de produtividade. **Revista de Economia e Agronegócio**, vol.9, n.2, 2011.

PRUETT, J.H. Immunological Control of arthropods ectoparasites: A review. **International Journal Parasitology**, v.29, p.25-32, jan., 1999.

REIS, E.M.B., VIEIRA, J.A.; LOPES, M.A.; DEMEU, F. A.; BRUHN, F.R.P. Identificação de pontos fracos e fortes associados à qualidade do leite em propriedade leiteira de agricultura familiar. **PUBVET**, v.11, n.9, p.889-900, set., 2017.

SAMISH, M.; GINSBERG, H.; GLAZER, I. Anti tick biological control agents: assessment and future perspectives. In: BOWMAN, A. S.; NUTTALL, P. A. Nuttall, Ed(s). **Ticks biology, disease and control**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2008, p.447-469.

SANT'ANNA A.L.; YOUNG C.E.F. Direitos de Propriedade, desmatamento e Conflitos Rurais na Amazônia. **Economia Aplicada**, v.14, n.3, p.381-393, jul/set., 2010.

SONENSHINE, D.E.; KOCAN, K.M.; FUENTE, J. de la. Tick control: further thoughts on a research agenda. **Trends in parasitology**, v.22, n.12, p.550-551, dez. 2006.

VASCONCELOS, D.S.C; SOUTO, M. do S. M.L.; GOMES, M de L.B.; MESQUITA, A. M. **Utilização das ferramentas da qualidade como suporte a melhoria do processo de produção**: estudo de caso na indústria têxtil. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 29, 2009, Salvador. Artigo. Salvador: Enegep, 2009. p.1-15.

# CAPÍTULO 14

## DE LOS HUMEDALES INMERSOS EN POTREROS A LA CRIANZA BAJO CONDICIONES CONTROLADAS DEL *PROCAMBURUS* (*AUSTROCAMBARUS*) *LLAMASI* EL CAMARÓN DE POPAL

Data de aceite: 01/12/2020

**José Padilla-Vega**

Raíces de la Montaña  
Universidad Intercultural del Estado de  
Tabasco  
Tacotalpa, Tabasco, México  
jopave@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0001-8359-1077>

**RESUMEN:** Los humedales aledaños a la Laguna Santa Anita de Centla, Tabasco México se caracterizan por albergar un gran número de especies de flora y fauna y son sitios de recolección o pesca de las personas locales. En especial buscan al camarón de popal *Procamburus* (*Austrocambarus*) *llamasi* el cual es menos frecuente y las poblaciones se han diezmado considerablemente. Este trabajo tuvo por objetivo validar la producción de camarón de popal bajo condiciones controladas y evaluar la cantidad de organismos vivos. Se obtuvo reproducción del 90.1% de las hembras sometidas a reproducción. No obstante, existe una alta tasa de canibalismo entre los mismos ejemplares, de una progenie de 6,656 organismos casi al año sobrevivieron 72. Aunque es posible reproducir al camarón de popal se recomienda emplear esta metodología para liberar organismos y no para llevarlos a finalización.

**PALABRAS-CLAVE:** Centla, crianza, depredador, pesca, cangrejo de río.

**ABSTRACT:** The wetlands surrounding Lake Santa Anita de Centla, Tabasco Mexico, are characterized by hosting a large number of species of flora and fauna and are gathering or fishing sites for local people. They especially look for the popal shrimp *Procamburus* (*Austrocambarus*) *llamasi* which is less frequent and the populations have been decimated considerably. The objective of this work was to validate the popal shrimp production under controlled conditions and to evaluate the amount of living organisms. Reproduction was obtained from 90.1% of the females subjected to reproduction. However, there is a high rate of cannibalism among the same specimens, of a progeny of 6,656 organisms almost a year 72 survived. Although it is possible to reproduce the popal shrimp, it is recommended to use this methodology to release organisms and not to bring them to completion.

**KEYWORDS:** Centla, breeding, predator, fishing, crayfish.

### INTRODUCCIÓN

Los humedales fluviales son descritos como tierras anegadas periódicamente como resultado del desbordamiento de los ríos durante la temporada de lluvias, estos han generado llanuras de inundación, bosques anegados y pastizales periódicamente

cubiertos de agua a lo largo de los meandros de los ríos o de sistemas lagunares (Barbier et al., 1997).

En ese sentido la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla y Sitio RAMSAR desde 1995 ejercen una gran influencia en las llanuras aledañas a ellos. Sus desbordamientos dan el acarreo de huevecillos de diferentes especies acuícolas de interés comercial, así como peces o crustáceos a zonas fuera de la reserva. Por lo que es común ver a personas dedicadas a la colecta de dichas especies en la temporada de lluvias. Sin embargo, el cambio de uso de suelo pone en riesgo la sobrevivencia de muchas especies.

Generalmente las personas ven en la ganadería la solución a diferentes problemas económicos, aunque esto no sea verdad ya que constantemente los productores deben de estar moviendo al ganado a zonas donde no hay inundación. Para el Municipio de Centla el cual es receptor un desfogue de 27,013 hm<sup>3</sup>/año (CONAGUA, 2011) proveniente de la cuenca del Grijalva (para esta zona el anegamiento de agua puede ser de hasta cuatro meses por lo que la producción de ganado vacuno no es lo más recomendado. Sin embargo, insisten en darle manejo a las tierras como si fueran aptas para el ganado, esto implica el control de químicos e arvenses o plantas nativas y baño de los semovientes son productos tóxicos. Estas actividades y la colecta no controlada de diferentes organismos dulceacuícolas han hecho que se reduzcan las poblaciones silvestres considerablemente.

Los humedales llamados popales, son ecosistemas de agua dulce dominados por plantas herbáceas emergentes, como Marantaceae (*Thalia geniculata* L.) conocida como platanillo por la semejanza de sus hojas con las musáceas, incluso sus hojas son empleadas para la envoltura de tamales (platillo mexicano a base de maíz). En el popal también se pueden encontrar especies como *Sagittaria lancifolia* L. (Alismataceae), *Cladium jamaicense* Crantz (Cyperaceae), *Pontederia sagittata* C. Presl (Pontederiaceae) *Nymphaea ampla* L. (Ninfáceas) entre otras (Barba et al., 2013). En estos humedales habita el camarón de popal el (*Procambarus* (Austrocambarus) *llamasi*) (Mendoza-Carranza, 1994).

Hobbs (1974) reportó que *P. (A.) llamasi* se distribuye desde Veracruz hasta Yucatán y norte de Guatemala, sin embargo, Bozada et al (1987), menciona que su distribución se confina en la zona trópico húmedo entre los 17° y 19° de Latitud. N y 92° y 95° Longitud. W. Considerando esta zona geográfica podemos decir que su área de distribución en Tabasco, son los pantanos de Centla, localizados en el sistema fluvial Grijalva-Usumacinta que comprende alrededor de 63,804 km<sup>2</sup>, la vegetación donde habita el *P. (A.) llamasi* es principalmente popal (Mendoza-Carranza, 1994). La posible distribución del camarón de popal en el Estado de Tabasco se muestra en la Imagen 1.

El ciclo de vida del camarón de popal tiene diferentes etapas como el de hibernación del camarón de popal empiezan de los meses de noviembre y finaliza en febrero, el reclutamiento son los meses de octubre a febrero, la copulación va de marzo a septiembre, en los meses de lluvia son el tiempo que los camarones hembra están ovígeras, es cuando empieza a formar los camarones y para la elaboración de madrigueras es cuando el agua del popal se empieza a secar, ellos cavan en los meses de mayo a septiembre (Padilla-Vega y Osorio, 2019).

El camarón de popal es un recurso acuícola consumido por un gran número de personas del Estado de Tabasco y forma parte de la gastronomía local. Sin embargo, no hay planes de manejo o granjas para su crianza. Por lo que se planteó como objetivo el validar la crianza del *Procambarus* (*Austrocambarus*) *llamasi* en condiciones controladas.

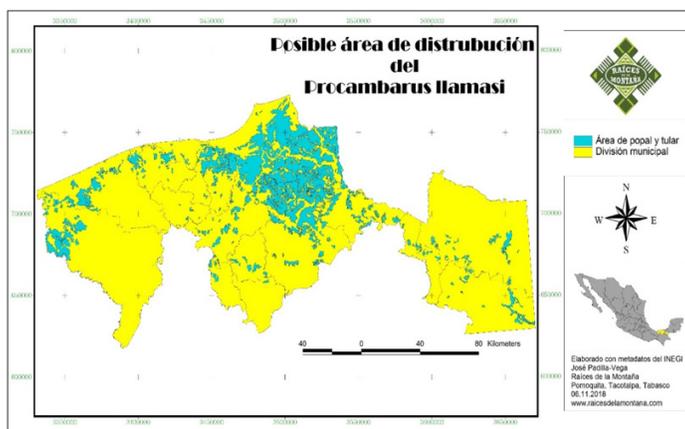


Imagen 1. Área de humedales y posible distribución del camarón de popal P. (A) *llamasi*

## METODOLOGÍA

El experimento fue de corte exploratorio y se desarrolló en el laboratorio de Raíces de la Montaña, Para ello se contó con 14 tinas de polipropileno en cada una se colocaron tres hembras adultas y un macho adulto, las biometrías se muestran en la Tabla 1 y se observan ejemplares de buen porte además de que se les hizo prueba de vigorosidad, es decir si estos se encontraban sanos y ante amenazas se levantaban con las tenazas al aire como se muestra en la Imagen 2. En las especies de *Procambarus spp* la talla de madurez varía de 4.5 a 12.5 cm de longitud total y es cuando el dimorfismo sexual puede ser visto con mayor facilidad (Huner y Barr, 1984; Campos,2005).

Los organismos fueron colectados en la Laguna Santa Anita, situada en el Municipio de Centla, Tabasco. El clima es tropical húmedo con una estación seca corta (Am), la temperatura promedio es de 26.3°C con una precipitación pluvial de 1872 ml. Antes de colocar a los organismos en el tratamiento, estos se mantuvieron en cuarentena

y de manera individual para garantizar que todos los organismos estuvieran sanos. Las tinas de trabajo se mantuvieron con seis litros de agua potable sin cloro, generando una profundidad de 10 cm, la temperatura del agua se mantuvo a 28°C ±1 con un pH de 7.0 a 8.0 sin oxigenación, los recambios se hicieron cada ocho días, en cada tina se colocaron cuatro secciones de 15cm de largo tubos de PVC de 1" que funcionaban como madriguera o refugio.

La alimentación se hizo *ad libitum* con Camaroina Plus de Purina® la cual tiene un 35% de proteína como mínimo. Las hembras que resultaron ovígeras eran trasladadas a una tina independiente sin compañía a la cuarta semana de desarrollo de los huevecillos, a las tinas se les colocaban tubos de PCV con hilos de rafia amarrados con la finalidad de que los juveniles se resguardaran y así evitar canibalismo, cuando las hembras habían liberado a los juveniles eran reincorporadas a su tina correspondiente, la progenie era medida mediante el uso de cajas Petri de cristal en dónde se colocaba el 10 % de los organismos juveniles. La caja Petri con organismos eran colocados sobre una hoja de graduación milimétrica y se hacía una fotografía, posteriormente se hacía la medición por conteo directo de la longitud ocupada por organismos. La observación del organismo duró 12 meses durante el 2019-2020.

**Tabla 1.** Biometrías en promedio de los organismos empleados para el estudio (mm)

Sexo	Longitud total	Caparazón		Areola		Abdomen: Largo	Rostro: Ancho posterior	Quela: Longitud	Longitud del dactilo
		Longitud total	Longitud postorbital	Longitud	Ancho				
M	113.1	24.4	17.3	8.6	1.4	26.4	3.2	13.9	6.4
H	84.6	21.5	15.3	5.3	0.9	14.9	4.3	9.7	4.2



**Imagen 2.** a) Ecosistema del camarón de popal, b) Ejemplar vigoroso, c) Alimentación y d) Conteo y medición de organismos

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La profundidad de la columna de agua del experimento fue apta para llevar a un año con vida a los organismos. En Louisiana los cultivos de arroz se intercalan con la producción de *Procambarus clarkii* a una profundidad de 20 a 60 cm en estanques de tierra someros (FAO, 2009). La dieta suministrada fue aceptada por los organismos y la flotabilidad del alimento la hacía atractiva, ya que simulaba algún insecto caminando en la tensión superficial del agua. Se notó claramente que el alimento precipitado en el fondo no era consumido.

La temperatura del agua en las tinas fue adecuada y no se percibieron cambios en la conducta de los organismos. Padilla-Vega y Osorio (2019) en muestreos a humedales cercanos a la zona reportan temperaturas de  $26 \pm 3.2$  °C cuando el sol se encontraba en el cenit en la estación de primavera. Espina et al (1993). mencionan que los *Procambarus* pueden adaptarse a temperaturas de 5°C hasta 35 °C. Cordero y Voltolina (1990) reportan que *P. clarkii* asimiló mejor las dietas ofrecidas a temperaturas de 18 y 22 °C en el caso de *P. (A) llamasii* en este estudio no se percibió desprecio por el alimento.

El éxito de sobrevivencia del camarón de popal se debe a que es una especie euriterma y omnívora de amplio espectro trófico (Magrama, 2012; Fernández-Cardenete et al., 2013) incluso se logró identificar que más de una vez que si un organismo mudaba de exoesqueleto los demás eran capaces de comerse la muda. Estos hábitos van de la mano con el canibalismo muy marcado en estas especies. Esa conducta se presentó en las tinas cuando se montó el experimento, la depredación fue del 23.2% en la primera semana, las bajas fueron diez hembras y tres machos. Posteriormente no se registró más depredación.

Los machos y hembras comenzaron a tener conducta sexual desde los 15 y 20 días de estar juntos, incluso en horario diurno como se muestra en la Imagen 3., aunque generalmente el camarón es de hábitos nocturnos El hábito reproductivo coincide con el descrito por Mendoza-Carranza (1994) que consiste en que el macho usa el telson sobre la parte ventral del abdomen de la hembra presionando sobre la misma con la finalidad que la hembra mantuviera su abdomen desplegado, permitiendo que el macho depositara su espermatóforo en el Annulus ventralis, esta importante operación se realiza con el primer par de pleópodos los cuales están modificados como estructuras especializadas para la cópula, sienta la porción apical la que es colocada en el Annulus ventralis de la hembra, en este proceso intervinieron el segundo par de pleópodos del macho.

De las 32 hembras sobrevivientes el 90.6 % llegó a ser ovígeras. El promedio del periodo de gestación fue de cuatro semanas, era visible en la parte baja del abdomen el cumulo de huevecillos (Imagen 3) y una conducta frecuente el movimiento de los pleópodos sobre el saco de huevecillos. Durante esta época no se presentó mudas de

exoesqueleto ni internación por parte de las hembras. Una hembra que perdió una tenaza por peleas con el macho terminó abortando a los huevecillos a la tercera semana de gestación. Sin embargo, las otras hembras presentaron en la primera semana cuidados maternos incluso las crías subían al abdomen de la hembra.

Según Rodríguez-Serna et al (2000) el ciclo vital del camarón va desde que la hembra lleva con ella los huevecillos en el abdomen que va de los 1-16 días, los primeros días, el color de los huevos son de color amarillo, los huevos son aun pequeños, del 6-10, los huevos de color verde ya están de forma esférico y grandes, de 11-13 son de verde olivo ya está esférico, 14-16 ya toma un color de café oscuro y los huevos empiezan alargarse, a los 17-21 días toma un color anaranjado, tiene forma visible de la cría, días 22-27, los huevos son rojos y ya se puede apreciar los ojos del camarón y de 27-30 son de color blanco-gris y son juveniles.



**Imagen 3.** e) conducta sexual, f) hembra ovígera de 19 días, d) conducta maternal

Las crías de los *P. (A) llamas* eran depositadas en otras tinas para evitar depredación de la madre ya que la conducta maternal no dura más de dos semanas de acuerdo a observaciones en este estudio. La depredación entre ellos mismos es muy alta ya que en tan sólo tres meses se da la depredación de un 98% de los individuos, logrando una sobrevivencia al año de 72 ejemplares como se aprecia en la Tabla siguiente.

**Tabla 2.** Tabla de sobrevivencia de *P.(A) llamas*

Días de sobrevivencia	Total	Promedio	DESVEST
<b>2</b>	6656	475	319
<b>30</b>	3604	257	203
<b>60</b>	1375	98	84
<b>90</b>	503	36	27
<b>120</b>	248	18	12
<b>150</b>	215	15	10
<b>180</b>	158	11	6
<b>210</b>	114	8	4
<b>240</b>	111	8	4
<b>270</b>	94	7	4
<b>300</b>	94	7	4
<b>330</b>	84	6	4
<b>360</b>	72	5	3

Es importante mencionar que estos organismos pueden ser fértiles hasta el tercer año por lo que no se registró conducta sexual durante el tiempo de observación y en etapa juvenil consumen el alimento únicamente cuando esté está precipitado en el fondo de la tina, después de la tercera semana sólo consumían el que flotaba.

## CONCLUSIONES

Es posible reproducir en cautiverio al *Procambarus (Astrocambarus) llamasii*. Sin embargo, la metodología presentada debe de tener mejorías para evitar una depredación tan alta, aunque es propio de las especies que tienen una estrategia de vida “r”. La dieta basada en alimento comercial no fue una limitante para que los organismos se desarrollaran bien y llegaran a ser reproductivos. Los recambios del agua semanalmente fueron suficientes para que no presentaran problemas los organismos tanto adultos como juveniles.

Los resultados acá presentados pueden ser una estrategia para liberar juveniles a la laguna y de esa manera lograr incrementar la población. La conducta canibal o agresiva más sus hábitos alimenticios pueden hacer que una reintroducción sea factible.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBIER, E. B., ACREMAN, M., & KNOWLER, D. Valoración económica de los humedales: Guía para decisores y planificadores. Oficina de la Convención de Ramsar, 1997.
- BOZADA, L, ALVARADO, I, CASANOVA, A, CHÁVEZ, Z, CORPI, R, MORALES, M Y VIDAL, J. Otros recursos alimenticios. Volumen XI. Centro de ecodesarrollo, Universidad Veracruzana, 1987.
- CAMPOS M. *Procambarus (Scapulicambarus) clarkii* (Girard, 1852), (Crustacea: Decapoda: Cambaridae). Una langostilla no nativa en Colombia. *Zoología*. 29(111): 295-302, 2005.
- CONAGUA, Estadísticas del agua en México. México, DF: CONAGUA (2011). Estadísticas del agua en México. Comisión Nacional del Agua. Reporte,2011.
- CORDERO, B., & VOLTOLINA, D. Short-term evaluation of three pelletized diets for the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Girard). *An. Ins. Cien. Mar Limnol*, 147-152, 1990.
- ESPINA, S., DIAZ-HERRERA, F., BUCLE, L.F. Preferred and avoided temperatures in the crayfish *Procambarus clarkii* (Decapoda, Cambaridae). *Journal of Thermal Biology* 18 (1), 35 – 39, 1993.
- FAO. *Procambarus clarkii*. In Cultured aquatic species fact sheets. Text by McAlain, W.R. & Romaine R.P. Edited and compiled by Valerio Crespi and Michael New. CD-ROM (multilingual). 2009.
- FERNÁNDEZ-CARDENETE, J. R., HERNÁNDEZ-GÓMEZ, J., & BENAVIDES, J. Un caso de depredación de *Procambarus clarkii* sobre *Pelophylax perezino* larvaria. 2013.
- HOBBS, H., JR. A checklist of the american crayfishes (Decapoda, Astacidae and Cambaridae), 1974.
- HUNER, J., & BARR, J. Red Swamp Crawfish Biology and Exploitation. Louisiana: The Louisiana Sea Grant College Program. 1984.

MAGRAMA. **Procambarus clarkii** (Girard, 1852). In: Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras. Ministerio de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente. Gobierno de España. Madrid, 2012.

MENDOZA-CARRANZA. M. Hábitos reproductivos del acocil *Procambarus* (*Astrocambarus*) *llamasi* (Crustacea: Astacidae) en condiciones de laboratorio. División Académica de Ciencias Biológicas. Villahermosa Tabasco. México, 1994

PADILLA-VEGA, J Y J. M. O. BAUTISTA. El Camarón de popal *Procambarus* (*Astrocambarus*) *llamasi*: Una aproximación a su aprovechamiento y biología en Tabasco México. En: Desafíos y perspectivas de la investigación bajo el enfoque de la interculturalidad. Guadalupe Morales-Valenzuela, Emma Reyes Cruz, José Ramón Contreras. Universidad Intercultural del Estado de Tabasco. 1ra Ed.99 Pp, 2019

RODRÍGUEZ-SERNA, M., CARMONA-OSALDE, C., OLVERA-NOVOA, M. A., & ARREDONDO-FIGUERO, J. LFecundity, egg development and growth of juvenile crayfish *Procambarus* (*Austrocambarus*) *llamasi* (Villalobos 1955) under laboratory conditions. *Aquaculture Research*, 31(2), 173-179. 2000.

### VIABILIDADE ECONÔMICA EM SISTEMA DE BIOFLOCOS NA PRODUÇÃO DE TILÁPIAS (*OREOCHROMIS NILOTICUS*)

Data de submissão: 05/10/2020

Data de aceite: 01/12/2020

#### Valesca Schardong Villes

Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, Universidade Federal de Santa Maria, Palmeira das Missões, Rio Grande do Sul, Brasil.  
valesca\_villes@hotmail.com.br  
<http://lattes.cnpq.br/5068994029658528>

#### Emerson Guiliani Durigon

Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.  
emerson\_durigon@hotmail.com  
<http://lattes.cnpq.br/9962319681811480>

#### Elson Martins Coelho

Professor do Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Maria, Palmeira das Missões, Rio Grande do Sul, Brasil.  
elsoncoelho@hotmail.com  
<http://lattes.cnpq.br/3276605285867335>

#### Rafael Lazzari

Professor do Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Maria, Palmeira das Missões, Rio Grande do Sul, Brasil.  
Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, UFSM.  
rlazzari@ufsm.br  
<http://lattes.cnpq.br/3833027843587896>

**RESUMO:** Este trabalho simulou fatores que interferem na viabilidade econômica da criação de tilápias em sistema de bioflocos. A proposta consiste em um projeto com 12 estufas (contendo tanques de 415 m<sup>3</sup> cada), sendo alojadas 55 tilápias/m<sup>3</sup>, com conversão alimentar estimada de 1,2:1, peso final de 800g e preço de comercialização de R\$ 4,65. Analisou-se indicadores como Valor Presente Líquido (VPL), *Payback*, Taxa interna de retorno (TIR), *Payback* descontado, Índice de lucratividade e análises de sensibilidade. Após avaliação destes indicadores, observou-se que o empreendimento é economicamente viável, uma vez que o retorno do investimento se dá entre o quarto e quinto ano, com VPL de R\$ 59.792,94 e TIR de 17%, com custo de implantação e custos operacionais altos para a produção neste sistema. Variações no preço de comercialização, conversão alimentar e densidade de estocagem podem ter grande influência sobre a rentabilidade do empreendimento. A ração é um dos itens que mais interfere na viabilidade do sistema, pois representa 58,77% dos custos de produção. Outro importante custo é com a energia, que representa 17,81%, e fontes alternativas como energias eólicas e solares devem ser consideradas, para que assim este sistema apresente uma maior segurança e retorno econômico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bioflocos; Piscicultura; Tilápia; Viabilidade Econômica.

## ECONOMIC VIABILITY IN A BIOFLOC SYSTEM IN THE PRODUCTION OF TILAPIA (*OREOCHROMIS NILOTICUS*)

**ABSTRACT:** This study was simulated the economic viability in the tilapia culture in the biofloc system. This purpose consist in a project of construction of 12 greenhouses (415 m<sup>3</sup> each), with stocking 55 fish/m<sup>3</sup>, with a food conversion of 1.2:1, final weight of 800g and commercialization price of R\$ 4.65. Analyzed indicators Net Value, Payback, Internal Rate of Return, canceled Payback, Profitability Index and sensitivity analyzes. After analyzing, if the enterprise is economically feasible, since the return of investment is between the fourth and fifth year, with Net Present Value of R\$ 59.792.94 and internal rate of return of 17%, with the implementation cost and the costs of the processes to produce this system small. Variations in market price, feed conversion and stocking density may increase the influence on the profitability of the enterprise. Feed is one of the items that most influences the viability of the system, since it represents 58.77% of production costs. Another important cost is with energy, which represents 17.81% of costs, alternative sources such as wind and solar energy should be.

**KEYWORDS:** Biofloc; Fish farming; Tilapia; Economic viability.

### 1. INTRODUÇÃO

A aquicultura é uma das atividades de produção de proteína animal no mundo com maior crescimento nos últimos anos, com grandes impactos econômicos, por meio da geração de emprego e renda (FAO, 2018). No Brasil a tilápia se destaca por ser a espécie de peixe mais produzida, representando mais de 50% do total cultivado (PEIXE BR, 2019). Contudo, para obter os lucros esperados, deve-se empregar métodos baseados em princípios científicos, ecológicos e econômicos, onde projetos executados sem as devidas análises financeiras podem inviabilizar o sistema. Identificar os itens relevantes dos custos na atividade, bem como a rentabilidade no ciclo de produção são análises fundamentais para obter sustentabilidade e competitividade no setor (SABBAG et al., 2007).

O estudo da viabilidade econômica é uma ferramenta fundamental do planejamento, que reúne as variáveis do negócio. Fornece indicadores para que ações assertivas sejam tomadas, auxiliando o agente nas decisões cruciais, como investir em determinado empreendimento, analisando diferentes fatores de sensibilidade, entraves e fatores críticos de desenvolvimento no contexto mercado e implantação, gestão de riscos e cálculos financeiros (ARAÚJO et al., 2011).

Pesquisas estão oferecendo maior suporte ao desenvolvimento de diferentes técnicas de produção intensiva, de modo que potencialize a produção de pescados, com reduzido impacto ambiental e otimização da relação custo/benefício. Neste sentido, a tecnologia de bioflocos (*Biofloc Technology* – BFT) é promissora, consistindo em um

sistema de produção, com mínima renovação de água, que estimula o crescimento da comunidade microbiana e resulta em uma fonte de alimento natural para as tilápias do cultivo, reduzindo o uso de rações convencionais e custos para alimentação (AVNIMELECH, 2007). Todavia, ainda há poucos estudos de viabilidade econômica para a produção de tilápia neste sistema, já que esta tecnologia demanda maior investimento inicial (BARROSO et al., 2018) e alto custo operacional, com mão-de-obra qualificada.

Diante deste cenário de busca por sistemas alternativos de piscicultura e de desenvolvimento sustentável no setor agropecuário, objetiva-se analisar fatores que interferem no desenvolvimento do sistema BFT, por simulação de viabilidade econômico-financeira, de modo a colaborar com o planejamento e adequada tomada de decisão neste sistema de cultivo.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados utilizados nesta pesquisa foram provenientes de publicações, periódicos, artigos científicos e fontes oficiais, como FAO (*Food and Agriculture Organization of United Nations*), Peixe BR (Associação Brasileira de Piscicultores), Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e Bolsa do Peixe, além de indicadores mediante visitas técnicas, que concederam informações referentes a preços praticados atualmente no mercado.

O estudo de análise financeira baseou-se em simulações de dados de viabilidade econômica, considerando projeção de receitas, custos e investimentos, com o objetivo de avaliar o sistema tendo em vista o orçamento para a implementação, a vida útil e o tempo de retorno do dispêndio. A avaliação financeira do cultivo da tilápia-do-Nilo no sistema de BFT deu-se por meio de previsões de investimentos em ativos, de vendas, preços, custos e despesas de forma mais realista a acurada possível, e de indicadores de Investimento Inicial, Depreciação, Custos Totais (custos variáveis diretos, custos variáveis indiretos, custos fixos), Receita Líquida e Fluxo de Caixa.

O fluxo de caixa são valores expressos monetariamente que refletem os recursos e produtos durante um determinado horizonte de vida útil do projeto, constituído de fluxos de saída e de entrada, formado por despesas de investimento, despesas operacionais, e pela venda dos produtos diretos obtidos com o projeto, respectivamente. O horizonte do projeto foi estimado em 10 anos, sendo que o investimento ocorre no ano zero e demais fluxos de entrada e saída ocorrendo ao longo dos anos, sendo considerada uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 15%.

Os métodos de avaliação do projeto de investimento foram:

- Valor Presente Líquido (VPL): consiste em transferir para o instante atual todas as movimentações de caixa esperadas do projeto (receitas e despesas). A soma algébrica dos valores líquidos envolvidos nos períodos considerados, reduzidos ao instante inicial, descontados à mesma taxa de juros, considerada como Taxa Mínima de Atratividade (TMA), (FRANCO; GALLI, 2007), resulta no VPL dos projetos de investimento, que deve ser aceito caso o resultado seja positivo e rejeitado quando for negativo.

- *Payback*: consiste na determinação do tempo necessário para que o dispêndio de capital seja recuperado por meio dos fluxos de caixa promovidos pelo investimento, ou seja, o tempo de recuperação do investimento.

- Taxa Interna de Retorno (TIR): é a taxa de desconto que iguala, em determinado momento de tempo, as entradas com as saídas previstas de caixa, isto é, representa o retorno que o investimento terá.

- Índice de Lucratividade (IL): mostra a capacidade do empreendimento em gerar lucros a partir do projeto desenvolvido, quando o  $IL > 1$ , o projeto é recomendado, pois a cada R\$ 1,00 investido você terá um retorno superior do que o seu investimento, já no caso em que o  $IL < 1$ , acontece o contrário, não haverá um retorno inferior ao seu investimento, por isso não se recomenda um projeto nesta condição.

- *Payback* descontado: o período de tempo necessário para recuperar o investimento, avaliando-se os fluxos de caixa descontados, ou seja, considerando-se o valor do dinheiro no tempo.

## 2.1 Características técnicas

Para este projeto foram planejados a construção de 12 estufas com 415 m<sup>3</sup>/cada para conseguir um escalonamento de produção ao longo do ano. A espécie escolhida foi a Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), da fase alevino até engorda, iniciando o cultivo com 343.750 peixes (1g), na densidade de 55 peixes por m<sup>3</sup> (LIMA et al. 2015). O ciclo de produção do sistema perdura por 9 meses (1,25 ciclos/ano), à mortalidade de 10% (PÉREZ-FUENTES et al., 2016; LIMA et al., 2015), totalizando 309.375 peixes de 800 g ao término. A conversão alimentar média para os ciclos foi de 1,2 (LUO et al., 2014; BROL et al., 2017) com ganho de biomassa de 270.500 kg/ciclo e consumo da ração de 330.000 kg/ano. A quantidade de peixes para despescas no fim do ano fica em torno de 309.375 kg/peixe e a despescas mensal de 34.375 kg de peixe.

## 2.2 Plano Financeiro

O plano financeiro foi criado com o objetivo de calcular qual o investimento necessário para iniciar as atividades do projeto.

## 2.2.1 Investimento Inicial

Em termos monetários, o investimento inicial representa a quantidade aplicada ao projeto piscícola, ao longo de sua vida útil, composto pelo projeto e licenciamento ambiental, compra do terreno, despesas na construção dos tanques, construção civil, instalações complementares, equipamentos e outros, somado a um total de R\$ 655.559,00, conforme mostra a (Tabela 1).

Vale resaltar que a área produtiva é um dos itens e mais pode variar de acordo com as regiões (INCRA, 2017), entretanto para este trabalho foi utilizado uma área de 1 ha de terra, no valor médio de R\$ 40.000,00. A área produtiva é constituída de casa de bombeamento e 12 estufas, com dimensões de 415 m<sup>3</sup>/cada, alocadas em tanques escavados protegidos com geomembranas, compostos de monges e comportas para controle de entrada e saída de água. Para controle de qualidade da água, deveram ser adquiridos um oxímetro e pHmetro, sopradores e aerotubes para constante aeração dos viveiros, permanentemente ligados à energia elétrica ou gerador, para garantir o funcionamento permanente.

Mediante uma equipe de funcionários capacitados e treinados, os administradores do negócio devem estar em constante especialização, participando de treinamento, cursos de capacitação, seminários, congressos.

**Tabela 1.** Dados de investimento inicial para a implantação do sistema de bioflocos para a produção de tilápias

Item	Quantidade	Valor um. (R\$)	Valor total (R\$)
Projeto	1	5.000,00	5.000,00
Licenciamento Ambiental	1	4.000,00	4.000,00
<b>1. Terreno</b>		-	-
1.1 Aquisição do terreno (ha)	1	40.000,00	40.000,00
<b>2. Construção civil</b>		-	-
2.1 Casas de bombeamento (16m <sup>2</sup> )	1	13.000,00	13.000,00
2.2 Rede Elétrica (m)	290	26,00	7.540,00
2.3 Rede Hidráulica (m)	2.300	18,33	42.159,00
<b>3. Tanque</b>		-	-
3.1 Geomembrana m <sup>2</sup>	5.000	40,00	200.000,00
3.2 Estufa m <sup>2</sup>	5.000	30,00	150.000,00
3.3 Soprador	6	2.000,00	12.000,00
3.4 Aerotube (m)	1.500	40,00	60.000,00
3.5 Monge	6	2.000,00	12.000,00
3.6 Construção dos viveiros (h máquina)	120	180,00	21.600,00
3.7 Construção dos canais	12	180,00	2.160,00
3.8 Comportas	12	3.500,00	42.000,00
<b>4. Equipamentos</b>		-	-
4.1 Oxímetro	1	5.000,00	5.000,00
4.2 pHmetro	1	500,00	500,00
4.3 Gerador de energia (25Kva)	1	25.000,00	25.000,00
<b>5. Outros</b>		-	-
5.1 Treinamento dos funcionários	8	450,00	3.600,00
<b>Total</b>			<b>655.559,00</b>

## 2.2.2 Custos Fixos (CF)

Os custos fixos são formados basicamente pela mão-de-obra do empreendimento, com um total de R\$ 198.000,00/ano, fracionado entre um gerente de operação, com salário mensal e encargos de R\$ 5.000,00; 5 servidores gerais diurnos, ao custo de R\$ 1.500,00/mês; 2 guardas noturnos, assalariados com R\$ 2.000,00 mensal; totalizando em 8 funcionários (Tabela 2).

**Tabela 2.** Dados do custo variável direto do sistema de bioflocos na produção de tilápias

Item de despesa	Quantidade	Valor Mensal (R\$)	Valor Anual (R\$)
Gerente de operação	1	5,000.00	60,000.00
Serviços gerais	5	1,500.00	90,000.00
Guarda noturno	2	2,000.00	48,000.00
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>8,500.00</b>	<b>198,000.00</b>

## 2.2.3 Custos Variáveis Direto (CVD)

São todos os dispêndios efetivos em dinheiro, para a operacionalização do empreendimento: insumos, manutenção dos equipamentos, etc. Para o insumo ração, considerou-se a alimentação quatro vezes ao dia, de acordo com as exigências nutricionais da fase do peixe, ao valor médio de R\$ 1,80/kg da ração (BOLSA DO PEIXE, 2019). Alevinos foram estimados ao valor do milheiro de R\$ 120,00, (BOLSA DO PEIXE, 2019). O preço da energia foi estimado em R\$ 18.750,00 mensais, totalizando R\$ 225.000,00 /ano e a água com R\$ 5.000,00/ano. Como fonte de carbono foi escolhido o melaço para proporcionar um aumento na relação C:N, para que assim ocorra a reciclagem dos nutrientes do sistema e formação do bioflocos, Avnimelech (1999), representando um custo de R\$ 5.000,00/ano. O Custo Variável Direto (CVD) totalizou em um gasto de R\$ 1.032.612,50/ano, de acordo com a (Tabela 3).

**Tabela 3.** Dados do custo variável direto para a produção de tilápia em sistema de bioflocos

Item de despesa	Quant.	Valor Unitário (R\$)	Valor Mensal (R\$)	Valor Anual (R\$)
Ração (kg)	33.000	1,80	61.875,00	742.500,00
Alevinos (un.)	343.750	0,12	4.296,88	51.562,50
Análises em geral	1	300,00	31,25	375,00
Calcário (kg)	2.000	0,05	9,38	112,50
Luz (Kw)	300.000	0,60	18.750,00	225.000,00
Água (L)	10.000	0,40	416,67	5.000,00
Melaço (kg)	2.000	2,00	416,67	5.000,00
Combustível gerador (L)	100	4,50	46,88	562,50
Outros	1	2.000,00	208,33	2.500,00
<b>Total</b>				<b>1.032.612,50</b>

## 2.2.4 Custos Totais (CT)

A depreciação do negócio é marcada pelo custo necessário para substituir os bens de capital quando tornados inúteis pelo desgaste físico ou perda de valor tecnológico, como os materiais adquiridos para a construção e execução do empreendimento, sendo calculada em um total de R\$ 32.722,95/ano.

Por fim, CT, sendo o somatório de todos os custos para elaboração e comercialização do produto e o gasto total do empreendimento, com os fatores de produção de CF e CVD e custo de depreciação dá-se o montante de R\$ 1.263.335,45.

### 2.2.5 Rendimento

O preço da tilápia para o produtor varia conforme a região principalmente devido ao preço do custo de produção, mas também de acordo com o canal de venda, por fim adotou-se ao mercado com preço de R\$ 4,65/kg (BOLSA PEIXE, 2019), rendendo anualmente R\$ 1.438.593,75 e mensalmente o valor de R\$ 159.843,75.

### 2.2.6 Simulações de cenário

A produção e seus coeficientes são informações fundamentais para realizar análises relevantes da estrutura da cadeia de valor (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017) e para tanto baseou-se nos fatores de viabilidade econômica com as variáveis de um cenário, nominado realista: preço de mercado (PM): R\$ 4,65; conversão alimentar (CAA):1,2; densidade (D):55 (px/m<sup>3</sup>) para estimar a viabilidade do empreendimento.

Entretanto estes parâmetros foram considerados os que mais pode variar e afetar a viabilidade do empreendimento, desta forma foram simulados alguns cenário para Preço de Mercado (PM), dividida em cenário negativo (R\$ 4,45) e cenário positivo (R\$ 4,85); Conversão Alimentar Aparente (CAA) caracterizada no cenário negativo e cenário positivo com 1,40 e 1,01, respectivamente (PÉREZ-FUENTES et al., 2016) e Densidade de estocagem (D) dos peixes, negativo (50 peixes/m<sup>3</sup>) e positivo (60 peixes/m<sup>3</sup>).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A viabilidade econômica da aquicultura é decisiva para os agricultores, uma vez que fornece dados fundamentais para o processo de tomada de decisão e a implementação de ações gerenciais para a sustentabilidade do negócio (MUNOZ; BARROSO, 2018), identificando os itens mais relevantes e parâmetros que influenciam em sua rentabilidade (BRABO et al., 2013). Na análise econômica é apropriado gerar o levantamento das entradas e saídas, ou seja, os gastos envolvidos no investimento inicial, manutenções, assim como a receita gerada durante determinado intervalo de tempo, obtendo-se, dessa forma, o fluxo de caixa financeiro, o que permite o cálculo dos indicadores econômicos obtidos com a atividade (ARAÚJO et al., 2011).

O projeto apresentou-se rentável e atraente, baseando-se na TIR 17% acima da TMA, VPL positivo igual a R\$ 59.792,94, (Tabela 4), mostrando que o empreendimento carece de pouco mais de 4 anos e meio para pagar o capital investido e o período de 8

anos para recuperar o investimento inicial. Segundo García-Ríos et al. (2019) o sistema de bioflocos apresenta vantagens sobre a cultura tradicional por melhorar os indicadores econômicos, da mesma forma, Luo et al. (2014) acreditam pela análise parcial do custo de produção, que é mais rentável cultivar tilápia usando BFT do que usando água clara.

Contudo, observam-se custos maiores de investimento inicial, sendo compensado pela maior produtividade em comparação aos sistemas convencionais. Portanto, há necessidade de superar alguns desses gargalos a fim de prosseguir com o desenvolvimento, havendo mudanças institucionais que suportem e apoiem o segmento produtivo e toda a cadeia de produção, inclusive com investimentos em ciência e tecnologia (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017).

**Tabela 4.** Indicadores de viabilidade econômica de um sistema de bioflocos para a produção de tilápia

<b>Indicadores</b>	<b>Cenário realista</b>
Investimento (R\$)	- 655.559,00
Receita (R\$)	1.438.593,75
TMA (%)	15
Período (anos)	10
VPL (R\$)	59.792,94
TIR (%)	17
<i>PAYBACK</i> (R\$)	4,60
Índice de lucratividade (R\$)	1,09
<i>PAYBACK</i> descontado (anos)	8,39

TMA: Taxa Mínima de Atratividade; VPL: Valor Presente Líquido; TIR: Taxa Interna de Retorno.

Dentre as principais métricas que devem ser utilizadas em análise financeira de projeto, a análise de sensibilidade possui ampla acuidade, auxiliando na tomada de decisão ao investir ou não em determinado projeto, produto ou empresa, bem como, indica o sucesso do investimento e os possíveis cenários de incertezas e riscos, identificando as potencialidades e as oportunidades de melhoria dentro do planejamento da atividade (SANTOS-FILHO et al., 2016). De acordo com Virgens et al. (2015) é importante analisar diferentes cenários com as variáveis que fazem parte do projeto ao qual se pretende investir, buscando analisar não apenas cenários otimistas, mas também os pessimistas para desta forma não haver imprevistos ao investir no projeto.

De acordo com os resultados e situações contidas na Tabela 5, percebeu-se que, as alterações nas variáveis de preço de venda, conversão alimentar e densidade de estocagem são fatores limitantes no investimento do projeto. O VPL sofre alteração para valores negativos ao analisar um cenário não favorável nas três variáveis, consequente avaliado como um projeto inviável (VIRGENS et al., 2015), pois o seu montante deve ser no mínimo igual a zero e na medida em que seu valor aumenta se revela mais atrativo, como

ocorre nos cenários positivos. Analisando a TIR observa-se que de acordo com a piora geral dos cenários ocorre uma queda significativa na taxa, conservando-se abaixo da TMA e nas situações de melhora dos cenários conquista atratividade para o negócio, estando superior à taxa mínima requerida. A inclusão do cenário pessimista no PM (R\$ 4,45), CAA (1.4) e D (50 px/m<sup>3</sup>) mostra um retorno financeiro de maior tempo para ao executor, sendo menos apazível, entretanto nos cenários otimistas ao mercado, rendimento e produção o investimento se paga em menos tempo, sendo assim mais interessante e atraente.

**Tabela 5.** Simulações de cenários em variáveis para a produção de tilápia em sistema de bioflocos

Variáveis	Preço Mercado (R\$)		CAA		Densidade (D)	
	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo
	<b>4.45</b>	<b>4.85</b>	<b>1.4</b>	<b>1.01</b>	<b>50</b>	<b>60</b>
VPL (R\$)	- 250.743,37	370.329,25	- 561.279,67	649.811,93	-234.275,53	353.861,42
TIR (%)	3,96	28,68	-18,0	38	4,77	28,10
PAYBACK (anos)	8,13	3,21	34,90	2,52	7,81	3,26
IL (RS)	0,62	1,56	0,14	1,99	0,64	1,54
PAYBACK descontado (anos)	22,58	4,71	130,88	3,33	21,29	4,81

CAA: Conversão Alimentar Aparente; VPL: Valor Presente Líquido; TIR: Taxa Interna de Retorno; IL: Índice de Lucratividade.

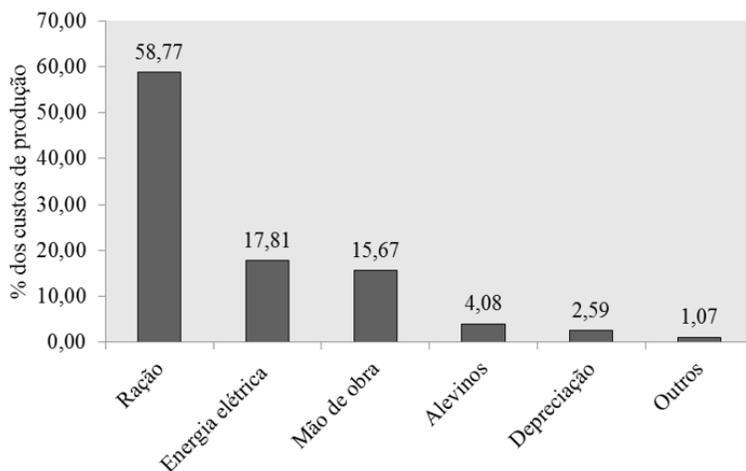
Desta maneira, a lucratividade da atividade é crescente com o aumento da densidade, havendo diminuição do valor médio ou unitário do custo do quilo do peixe produzido (GRAEFF, 2004), pelo fato de o sistema BFT utilizar densidade de estocagem elevada, equivalendo a uma produção maior que em sistemas tradicionais de tanque escavado.

O uso de rações balanceadas e de boa qualidade é fundamental para o alcance de altas taxas de produtividade, em função da melhoria da conversão alimentar e proporcionar alta digestibilidade, notando-se que, a alimentação excessiva representa a ineficiência econômica na criação de tilápias, sendo a redução do nível de entrada de alimentação o método mais importante para aumentar o rendimento econômico (ZONGLI et al., 2017).

Também, é importante conhecer o mercado e a necessidade de fixação de preços, principalmente quando se utiliza um sistema de produção de alto custo (SANTOS-FILHO et al., 2016). A tilápia inteira geralmente vendida fresca ou resfriada, ao preço médio de R\$ 4,00 a 5,50/kg (BOLSA PEIXE, 2019) é o principal perfil de compra dos frigoríficos, do mesmo modo, por outros canais de varejo, como as feiras e supermercados, sendo posteriormente esviscerada e descamada pelos varejistas. Com rendimento de filé estimado entre 30 e 36%, o processamento representa importante adição de valor em comparação com o peixe inteiro (VIEIRA FILHO; FISHLOW, 2017), que disponibiliza de um produto final com valor agregado entre frigoríficos.

A tilapicultura é caracterizada pelo alto consumo de rações balanceadas, no qual o custo de produção é acometido pelo preço da ração, devido a esta configurar o

principal insumo (HEIN; BRIANESE, 2004). Em sistemas intensivos de criação de peixes a alimentação é o fator que representa a maior parte dos custos de produção, neste projeto pode se observar que a ração representa cerca de 58,77% dos custos variáveis diretos de produção (Figura 1).



**Figura 1.** Principais custos de produção de tilápia em sistema de bioflocos.

Para Kubitzka (2006) os custos com ração podem chegar a 70% dos custos totais em sistemas tradicionais de tanque escavado, entretanto vale resaltar que o sistema de BFT há maior necessidade de mão de obra qualificada e uma dependência 24 horas por dia de energia elétrica, o que pode acabar diluindo o custo com a ração. Considerando a alimentação como o principal custo de produção, os produtores podem minimizar de forma significativa este custo com a adoção de um manejo alimentar adequado e uso de rações balanceadas de acordo com cada fases de desenvolvimento dos peixes e com o sistema de cultivo utilizado (KUBITZA, 2003), o que também pode contribui para reduzir o lançamento de efluentes no meio ambiente.

Outra grande vantagem deste sistema é o aproveitamento dos microrganismos como alimento natural para os peixes ( KRUMMENAUER et al., 2016). A formação dos bioflocos ocorrem a partir da mudança da razão C:N dos cultivos na água, que, ao adicionar a fonte de carbono (melaço), respeitando a proporção total de 20:1 (AVNIMELECH, 1999), proporciona o surgimento de bactérias heterotróficas, dando início à uma sucessão microbiana, que associados à alta movimentação de água os agregados ou bioflocos são formados. Esses agregados são constituídos principalmente de bactérias, microalgas, fezes, protozoários, invertebrados, entre outros e uma vez formados eles servem de suplemento alimentar para os animais, além de assimilarem os compostos nitrogenados (amônia) presentes na água de cultivo, que são tóxicos aos peixes, convertendo o bioflocos

em alimento natural fornecendo uma fonte de proteína bacteriana *in situ* 24 h por dia, auxiliando na qualidade da água, fortalecendo a nutrição dos animais, reduzindo o índice de conversão alimentar, amortizando significativamente o uso de rações convencionais e diminuindo os custos de alimentação (AVNIMELECH, 2007; HARGREAVES, 2013).

A energia elétrica é indispensável para manter os flocos em suspensão no sistema, por meio da movimentação de água, como também para o incremento de oxigênio dissolvido, tendo o segundo maior custo do projeto. Contudo, para a manutenção do ecossistema com menores custos operacionais, é necessário desenvolver produções mais sustentáveis, com o uso de fontes de energia renováveis e “limpas” (energia solar e eólica), tornando uma nova alternativa para usos energéticos que ganham cada vez mais importância no quesito ambiental.

Conforme Sidonio et al. (2015), o sistema agroindustrial de pescado brasileiro apresenta um impasse no elo de dimensionamento da escala de produção, o que inviabiliza plantas de processamento por carência do produto (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017). Sendo assim, controlar o desequilíbrio entre oferta e demanda das matérias-primas do produto, é uma barreira a ser solucionada à organização do setor pesqueiro, devido a abundante procura de alevinos e juvenis de peixe com qualidade, este acaba por gerar preços de venda elevados, por sua pequena disponibilidade ou até ausência (AYROZA et al., 2011), apresentando um custo operacional efetivo de 4,08% do total no cultivo em BFT (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2018).

Além da escala industrial do processamento dos produtos, precisam-se inserir novas tecnologias para aumentar a viabilidade e competitividade em pequena e média linha, estimulando a conquista de novos mercados e consumidores (YAMAGUCHI; BARRETO; IGARASHI, 2008), tanto no mercado interno como no mercado externo (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017). Diversos obstáculos incluem barreiras técnicas que impõem restrições ao comércio exterior, tais como: as normas comerciais específicas de produtos, medidas sanitárias, regras de avaliação de conformidade, taxas alfandegárias, que contribuem para a perda ou dificuldade da comercialização do pescado (FAO, 2018).

Ademais, falta de treinamento e qualificação técnica ao longo de toda a cadeia produtiva, é uma das razões do abandono da atividade (KIRCHNER et al., 2016), devendo-se aumentar os investimentos com capacitação do piscicultor e qualificação da mão-de-obra (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017).

Apesar do cenário crescente os principais gargalos no Brasil são divididos em questões que dependem de apoio governamental, e que se não discutidas e modificadas irão gerar mais insegurança ao criador e poderão trazer prejuízos ao sistema instalado. A

discussão sobre a legislação ocorre em ambiente técnico o que precisa de mais apoio ao desenvolvimento de políticas públicas e implementação (FAO, 2018).

Em relação aos limitantes, o desafio é a questão da dificuldade em obter as licenças ambientais das propriedades e outorga de água (BARROSO et al., 2018), desde a necessidade de agilização da regularização ambiental dos empreendimentos (YAMAGUCHI; BARRETO; IGARASHI, 2008), até da criação de um sistema nacional de controle da sanidade aquícola (KIRCHNER et al., 2016), bem como, a obtenção de crédito por parte dos pequenos e médios produtores, restringindo a entrada de novos agentes e minimizando os investimentos privados no setor (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017).

#### 4. CONCLUSÕES

Pode-se considerar que o empreendimento em sistema de BFT é economicamente exequível, tendo em vista que o retorno dos investimentos ocorrerá do quarto para o quinto ano, com VPL de R\$ 59.792,94, TIR de 17%. Trata-se de um empreendimento de produção em grande escala, com alta produtividade em pequena área de cultivo com maior controle, gerando um menor impacto ambiental, devido a diminuição da renovação de água e redução da quantidade de proteína nas rações pela disponibilidade de alimento natural.

A densidade, peso final e conversão alimentar dos peixes são variáveis que podem ser desenvolvidas, desde que, respeite a capacidade de suporte do sistema, criando possibilidades de elevação da receita gerada na produção de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em sistema de BFT.

As condições de comercialização influenciam muito no preço de venda, que por sua vez é um dos principais elementos que pode tornar viável economicamente ou não o empreendimento. Perante um mercado comprador definido, com preço estável, como os frigoríficos, o negócio torna-se mais lucrativo, gerando maior rentabilidade aos produtores. A ração e energia elétrica possuem grande participação dos custos do sistema, tornando-se itens relevantes para a gestão de produção, sendo necessário desenvolver pesquisas com estudos tecnológicos com enfoque produtivo e ambiental, para reduzir os valores de produção podendo vender esse produto a um preço mais acessível ao consumidor final.

#### 5. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) e Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), *Campus* Palmeira das Missões.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, A. P. B. DE et al. Análise econômica do processo de recuperação de um solo sódico no Perímetro Irrigado Curu-Pentecoste, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 4, p. 377–382, 2011.
- AVNIMELECH, Y. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. **Aquaculture**, v. 176, n. 3–4, p. 227–235, 1999.
- AVNIMELECH, Y. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. **Aquaculture**, v. 264, n. 1–4, p. 140–147, 2007.
- AYROZA, L. M. DA S. et al. Custos e rentabilidade da produção de juvenis de Tilápia-do-Nilo em tanques-rede utilizando-se diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 2, p. 231–239, 2014. .
- BARROSO, R. M. et al. Dimensão socioeconômica da tilapicultura no Brasil. **Embrapa**, p. 110, 2018.
- BOLSA PEIXE, C. DA. **Cotação do Peixe**. Disponível em: <<http://www.bolsadopeixe.com.br/index.php>>. Acesso em: 19 mar. 2019.
- BRABO, M. F. et al. Viabilidade econômica da piscicultura em tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí, Estado do Pará. **Informações Econômicas**, v. 43, n. 3, p. 57–64, 2013.
- BROL, J. et al. Tecnologia de Bioflocos (BFT) no desempenho zootécnico de tilápias: efeito da linhagem e densidades de estocagem. **Archivos de Zootecnia**, v. 66, n. 254, p. 230, 2017.
- BURFORD, M. A. et al. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. **Aquaculture**, v. 219, n. 1–4, p. 393–411, 2003.
- FAO. **The state of world fisheries and aquaculture 2018: Meeting the sustainable development goals**. Rome, Italy: 2018.
- FRANCO, A. L.; GALLI, O. C. Método para análise de investimentos: alternativa para classificação de projetos com prazo e volume de recursos diferentes. In: **XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. 2007.
- GARCÍA-RÍOS, L. et al. Biofloc technology (BFT) applied to tilapia fingerlings production using different carbon sources: Emphasis on commercial applications. **Aquaculture**, v. 502, nov. 2018, p. 26–31, 2019.
- GRAEFF, Á. Viabilidade econômica do cultivo de carpa comum (*Cyprinus carpio*) em monocultivo em densidades diferentes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 3, p. 678–684, 2004.
- HARGREAVES, J. A. Biofloc production systems for aquaculture. Southern Regional **Aquaculture Center**, n. 4503, p. 1–12, 2013.
- HEIN, G.; BRIANESE, R. H. Modelo Emater de produção de tilápia. **Emater**, 2004.
- INCRA. **Preços Referenciais de Terras e Imóveis Rurais**. p. 3, 2017.
- KIRCHNER, R. M. et al. Análise da produção e comercialização do pescado no Brasil. **Revista Agro@mbiente on-line**, v. 10, n. 2, p. 168, 2016.
- KRUMMENAUER, D. et al. Survival and growth of *Litopenaeus vannamei* reared in BFT System under different water depths. **Aquaculture**, v. 465, p. 94–99, 2016.

- KUBITZA, F. Larvicultura de Peixe Nativo. **Panorama da Aquicultura**, v. 13, n. 77, p. 47–56, 2003.
- KUBITZA, F. Ajustes na nutrição e alimentação das tilápias. **Panorama da Aquicultura**, v. 16, p. 13–24, 2006.
- LIMA, E. C. R. DE et al. Culture of the Nile tilapia *Oreochromis niloticus* in biofloc system with different stocking densities. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, n. 4, p. 948–957, 2015.
- LUO, G. et al. Growth, digestive activity, welfare, and partial cost-effectiveness of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured in a recirculating aquaculture system and an indoor biofloc system. **Aquaculture**, v. 422–423, p. 1–7, 20 fev. 2014.
- MUNOZ, A. E. P.; BARROSO, R. M. Economic viability of tilapia farming in northheats Brazil. **World Aquaculture Magazine**. 2018.
- PEIXE BR. Anuário 2019. **Associação Brasileira de Piscicultura**, 2019.
- PÉREZ-FUENTES, J. A. et al. C:N ratios affect nitrogen removal and production of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* raised in a biofloc system under high density cultivation. **Aquaculture**, v. 452, p. 247–251, 2016.
- SABBAG, O. J. et al. Análise econômica da produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade associativista em Ilha Solteira/SP. **Custos e Agronegócios (online)**, v. 3, p. 86–100, 2007.
- SANTOS-FILHO, L. G. DOS et al. Utilização De Indicadores De Viabilidade Econômica Na Produção De Tilápia (*Oreochromis niloticus*) em sistema de recirculação: Estudo de caso de uma piscicultura de pequena escala em Parnaíba-PI. **Organizações Rurais e Agroindustriais**, v. 18, n. 4, p. 304–314, 2016.
- SCHULTER, E. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Evolução da piscicultura no Brasil: Diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia. Instituto de pesquisa Econômica Aplicada - **IPEA**, p. 42, 2017.
- SCHULTER, E. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Desenvolvimento e potencial da tilapicultura no Brasil. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 16, n. 2, p. 177–201, 2018.
- SIDONIO, L. et al. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. **BNDES Setorial**, v. 35, n. January 2010, p. 421–463, 2015.
- VIEIRA FILHO, J. E. R.; FISHLOW, A. **Agricultura e Indústria no Brasil: inovação e competitividade**. 2017.
- VIRGENS, A. P. DAS et al. Análise econômica e de sensibilidade em projetos de reflorestamentos no estado da Bahia. **Enciclopédia Bioesfera**, Goiânia-GO, v. 11, n. 21, p. 120–127, 2015.
- YAMAGUCHI, M. M.; BARRETO, L. E. G. DE S.; IGARASHI, M. A. Estratégias para o desenvolvimento da aquicultura no Brasil. UNOPAR, **Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 7, p. 13–24, 2008.
- ZONGLI, Z. et al. Economic efficiency of small-scale tilapia farms in Guangxi, China. **Aquaculture Economics and Management**, v. 21, n. 2, p. 283–294, 2017.

## CENÁRIOS DE MUDANÇA CLIMÁTICA E OS IMPACTOS NA BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL PARA O ESTADO DO RS

Data de submissão: 01/10/2020

Data de aceite: 01/12/2020

### Zanandra Boff de Oliveira

Universidade Federal de Santa Maria  
Campus Cachoeira do Sul,  
Curso de Engenharia Agrícola,  
Rodovia Taufik Germano, 3013,  
Passo D'Areia, CEP. 96503-205,  
Cachoeira do Sul/RS, Brasil,  
zanandra.oliveira@ufsm.br  
<http://lattes.cnpq.br/3951317551573522>

### Eduardo Leonel Bottega

Universidade Federal de Santa Maria  
Campus Cachoeira do Sul,  
Curso de Engenharia Agrícola,  
Rodovia Taufik Germano, 3013,  
Passo D'Areia, CEP. 96503-205,  
Cachoeira do Sul/RS, Brasil,  
eduardo.bottega@ufsm.br  
<http://lattes.cnpq.br/2754758384879917>

### Alberto Eduardo Knies

Universidade Estadual do Rio grande do Sul,  
Unidade de Cachoeira o Sul,  
Rua Sete de Setembro, 1040,  
Centro, CEP. 96508-010,  
Cachoeira do Sul/RS, Brasil,  
albertoek@gmail.com  
<http://lattes.cnpq.br/0132160302227920>

**RESUMO:** a bioclimatologia animal, estuda as relações entre os animais e o clima visando a garantia do bem-estar animal e aumento de sua produtividade. As mudanças no clima podem intensificar o estresse térmico em decorrência de alterações no

balanço de energia térmica entre o animal e o ambiente. Assim, o presente trabalho teve como objetivo realizar a análise bioclimática do ambiente externo, a partir da espacialização do índice de conforto térmico (THI) no RS, em cenários de mudança climática. O THI foi calculado para a situação de máximo desconforto térmico (nos meses de verão), a partir da temperatura máxima do ar (Tmax) e da umidade relativa mínima do ar (URmin). Os dados meteorológicos utilizados como referência para o “cenário atual” foram obtidos do INMET. Para a criação dos cenários de mudança climática, foram acrescentados 0,5°, 1,5° e 3° C na Tmax (médias do período de 1961-1990) e calculou-se a redução da URmin nesses cenários. A análise geoestatística e confecção dos mapas temáticos foram realizadas utilizando o programa computacional GS+, versão 9. O THI apresentou dependência espacial com correlação significativa negativa entre os valores de altitude. O estresse térmico por calor (THI>74) atinge uma área superior a 70% do RS, que pode aumentar para 100%, se houver o acréscimo de 1,5 e 3°C na temperatura do ar, conforme os prognósticos de mudança climática global. Diante disso, a espacialização do THI nas diferentes regiões do RS, pode ser usada como um indicativo para a adoção de medidas de acondicionamento térmico ambiental, que propiciem um melhor conforto térmico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Índices de Conforto Térmico; Mudança Climática; Geostatística

## CLIMATE CHANGE SCENARIOS AND THE IMPACTS ON ANIMAL BIOCLIMATOLOGY FOR THE STATE OF RS

**ABSTRACT:** animal bioclimatology, studies the relationship between animals and the climate in order to guarantee animal welfare and increase their productivity. Changes in climate can intensify thermal stress due to changes in the balance of thermal energy between the animal and the environment. Thus, the present work aimed to carry out the bioclimatic analysis of the external environment, based on the spatialization of the thermal comfort index (THI) in RS, in scenarios of climate change. The THI was calculated for the situation of maximum thermal discomfort (in the summer months), from the maximum air temperature (Tmax) and the minimum relative air humidity (URmin). The meteorological data used as a reference for the “current scenario” were obtained from INMET. For the creation of climate change scenarios, 0.5°, 1.5° and 3° C were added to the Tmax (averages for the period 1961-1990) and the reduction of URmin in these scenarios was calculated. The geostatistical analysis and the making of thematic maps were performed using the computer program GS +, version 9. THI presented spatial dependence with a significant negative correlation between the altitude values. The thermal heat stress (THI > 74) reaches an area greater than 70% of the RS, which can increase to 100%, if there is an increase of 1.5 and 3°C in the air temperature, according to the predictions of global climate change. Therefore, the spatialization of THI in different regions of RS, can be used as an indicator for the adoption of environmental thermal conditioning measures, which provide better thermal comfort.

**KEYWORDS:** Thermal comfort indexes; Climate Change; Geostatistics.

### 1 INTRODUÇÃO

A bioclimatologia é o ramo da climatologia e da ecologia que trata dos efeitos do ambiente físico sobre os organismos vivos (BACCARI Jr, 1996). A bioclimatologia animal, estuda as relações entre os animais e o clima visando sempre a garantia do bem-estar animal e aumento de sua produtividade (YANAGI Jr, 2006).

O zoneamento bioclimático, por meio do monitoramento das condições climáticas, permite a previsão de áreas com probabilidade de ocorrência do estresse calórico, auxiliando a tomada de decisões quanto ao manejo ambiental, para minimizar o estresse pelo calor (MENDES et al., 2014). De acordo com Abreu e Abreu (2011), dentre os desafios da ambiência sobre os sistemas para a criação de aves no Brasil, entra o diagnóstico bioclimático da microrregião de produção ou implantação de novos sistemas. Para Costa et al. (2012), na concepção e dimensionamento de sistemas de climatização do aviário é prioritário o estudo do microclima do local onde serão implantadas as instalações. Klosowski et al. (2002) afirmar que, o estudo sistemático do THI para as regiões

produtoras de leite constitui importante instrumento indicativo de conforto/desconforto a que os animais podem estar submetidos, auxiliando produtores na escolha dos meios mais adequados de acondicionamento térmico.

O ambiente térmico engloba os efeitos da radiação solar, temperatura do ar (Tar), umidade relativa do ar (UR) e velocidade do vento (v.v) (FALCO, 1997; BAËTA e SOUZA, 2010), sendo a combinação Tar com a UR, a principal condicionante para conforto térmico, pois comprometem a manutenção da homeotermia, uma função vital alcançada por meio de processos sensíveis e latentes de perda de calor (TINÓCO, 2001; OLIVEIRA et al., 2006).

O principal índice utilizado para prever o desconforto e conforto térmico dos animais em determinadas condições ambientais, é o THI, sendo calculado a partir dos efeitos combinados da Tar e da UR (INGRAHAM et al., 1979; BUFFINGTON et al., 1982; GANTNER et al., 2011; HERBUT e ANGRECKA, 2012; HIGASHIYAMA et al., 2013). Vários estudos foram realizados utilizando esse índice para efetuar a análise bioclimática, dentre eles pode-se destacar: Araujo et al. (2014), no município de Redenção – PA; Castro et al. (2009) no município de Diamantina – MG; Silva (2007), na Mesorregiões do Nordeste e Norte pioneiro Paranaense; Costa et al. (2012), no município de Campina Grande, situada na microrregião do Agreste Paraibano. Além disso, o THI apresenta grande potencial para ser utilizado em trabalhos de avaliação do risco climático (BROWN-BRANDL et al., 2005; KLOSOWSKI et al., 2002).

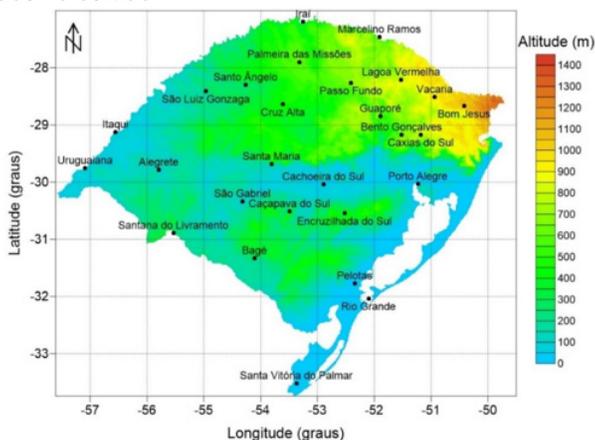
O estudo de índices que apontam o conforto térmico é cada vez mais importante, em face aos prognósticos de mudança climática global, visto que, as projeções do Quinto Relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) apontam que a Terra sofrerá um aumento da temperatura média das superfícies até o ano 2100 de 0,9 a 1,7 °C nos cenários mais otimista, e, de 2,6 a 4,8 °C no cenário mais pessimista (IPCC, 2013).

Paula et al. (2012), discutindo os impactos da mudança climática na produção animal, traz que serão necessários maiores investimentos no controle de temperatura nas instalações, principalmente para os monogástricos, que estiverem na zona tropical. Já, os animais em zonas temperadas, possivelmente, serão beneficiados com a temperatura ambiente se aproximando mais da zona de termoneutralidade. Para Sirohi e Michaelowa (2007), as mudanças no clima podem intensificar o estresse térmico em decorrência de alterações no balanço de energia térmica entre o animal e o ambiente, o qual é influenciado pelos fatores ambientais (radiação, temperatura, umidade relativa e velocidade do vento) e mecanismos de termorregulação (condução, radiação, convecção e evaporação).

Portanto, é relevante avaliar os impactos dessa possível mudança climática no conforto térmico animal, no intuito de prever medidas mitigatórias. Neste sentido, o uso da geostatística contribui para compreensão da espacialização do conforto e desconforto térmico em diferentes locais, pois de acordo com Yamamoto e Landim (2013), os métodos geostatísticos fornecem um conjunto de técnicas necessárias para entender a aparente aleatoriedade dos dados, o que apresentam uma possível estruturação espacial, estabelecendo, desse modo, uma função de correlação espacial. Assim, o presente trabalho teve como objetivo realizar a análise bioclimática do ambiente externo a partir da espacialização do índice de conforto térmico (THI) no RS em cenários de mudança climática

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado para os meses de verão (dezembro, janeiro, fevereiro e março), em vinte e sete municípios do estado do Rio Grande do Sul, localizados em diferentes regiões. Na figura 1 é apresentado o mapa de localização, bem como os municípios avaliados no estudo.



**Figura 1** - Mapa do estado do Rio Grande do Sul e localização geográfica dos municípios estudados.

Os dados meteorológicos médios, mensais de Tmax e de URmin, utilizados para o cálculo do THI na situação de máximo desconforto térmico, foram obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2017), referentes ao período de 1961 a 1990 (última Normal Climatológica disponível), valores estes considerados como “cenário atual”. Para a criação dos cenários de mudança climática, foram acrescentados 0,5°, 1,5° e 3° C na Tmax. A partir desses novos valores Tmax, estimou-se os valores de URmin. Para isso, a pressão de vapor de saturação de vapor (es) foi calculada na Tmax e a pressão real de vapor (ea), foi estimada considerando a Tmin com a temperatura de ponto de orvalho.

O THI foi calculado para quatro cenários: THI atual (dados históricos); THI + 0,5°C (dados históricos + 0,5°C); THI + 1,5°C (dados históricos + 1,5°C) e THI + 3,0°C (dados históricos + 3,0°C), conforme demonstrado na Equação 1, proposta por Buffington et al. (1982):

$$THI = \frac{0,8 T_{max} + UR_{min} (T_{max} - 14,3)}{100 + 46,3} \quad (1)$$

Onde:

THI = índice de temperatura e umidade, adimensional;

T<sub>max</sub> = temperatura máxima do ar, média do mês °C;

UR<sub>min</sub> = umidade relativa mínima do ar, média do mês (%).

Para a análise dos resultados considerou a seguinte escala de THI: THI < 74 (conforto adequado); THI ≤ 74 < 79 (ambiente quente); THI ≤ 79 < 84 (ambiente muito quente); THI > 84 (ambiente extremamente quente). A delimitação das classes foi adaptada de Souza et al. (2010).

Os dados de THI e de altitude foram digitados em uma planilha do Excel® que serviu de base para as análises estatísticas e geoestatísticas. Em um primeiro momento foi realizada análise estatística descritiva, a fim de caracterizar a dispersão (variância, desvio padrão e coeficiente de variação,) e a posição (média, mediana, valor mínimo e valor máximo). Testou-se a normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk e o coeficiente de correlação de Pearson ao nível de significância de 5%. Posteriormente realizou-se análise geoestatística, objetivando verificar a existência e mensurar a magnitude da dependência espacial dos parâmetros estudados.

A dependência espacial foi avaliada pelos ajustes de variogramas, pressupondo a estacionaridade da hipótese intrínseca, definida pela Equação 2.

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{n(h)} [z(x_i) - z(x_i+h)]^2 \quad (2)$$

Onde:

$\hat{\gamma}(h)$  = Semivariância em função da distância de separação (h) entre pares de pontos;

h = Distância de separação entre pares de pontos, m;

N (h) = Número de pares experimentais de observações Z(x<sub>i</sub>) e Z (x<sub>i</sub> + h) separados por uma distância h.

Foram testados os modelos gaussiano, esférico e exponencial. Desse modo, ajustou-se o modelo teórico de semivariância que melhor representou a semivariância experimental. Para a escolha do modelo de melhor ajuste, adotou-se como parâmetro o menor valor da soma de quadrados do resíduo (SQR) e o maior coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>), bem como análise de validação cruzada, que corresponde a relação entre valores observados versus valores estimados. O índice de dependência espacial

(IDE), que é a proporção em porcentagem do efeito pepita ( $C_0$ ) em relação ao patamar ( $C_0 + C$ ), foi calculado de acordo com Cambardella et al. (1994), e apresenta a seguinte proporção: dependência espacial forte, semivariogramas que têm um efeito pepita menor ou igual a 25% do patamar, moderada quando está entre 25 e 75% e fraca quando for maior que 75%.

Uma vez detectada a dependência espacial, produziu-se o mapa temático da distribuição espacial do atributo por meio de krigagem ordinária, onde cada ponto da superfície é estimado a partir da interpolação das amostras mais próximas, utilizando um estimador estatístico com base no variograma. Para as estimativas de valores em locais não amostrados, utilizou-se 16 vizinhos próximos e um raio de busca igual ao valor do alcance encontrado no ajuste do variograma.

A estimativa de valores em locais não amostrados, utilizando krigagem ordinária, descrita por Tringmar et al. (1985), como o valor interpolado  $\hat{Z}(x_0)$  de uma variável regionalizada  $Z$ , num local  $x_0$  pode ser determinada de acordo com a Equação 3.

$$\hat{Z}(x_0) = \sum_{i=1}^n [\lambda_i - Z_{xi}] \tag{3}$$

Onde:

$\hat{Z}(x_0)$  = Valor estimado para local  $x_0$  não amostrado;

$Z(x_i)$  = valor obtido por amostragem;

$n$  = número de amostras vizinhas;

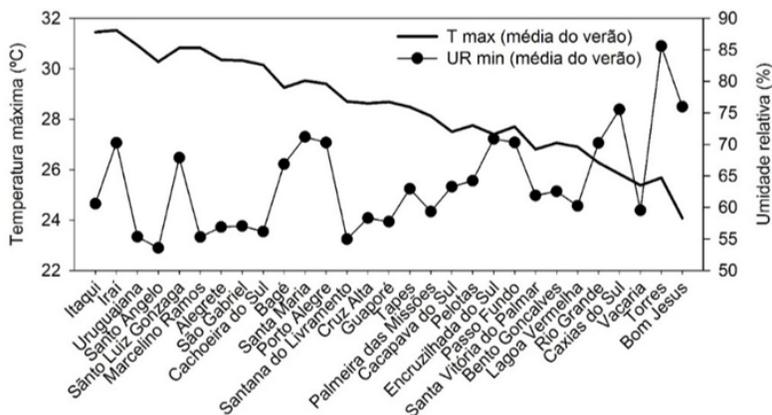
$\lambda_i$  = pesos aplicados em cada  $Z(x_i)$ , sendo gerados por um estimador BLUP (*best linear unbiased predictor*), descrito por Robinson (1991), como estimadores lineares não viciados e de mínima variância.

A construção do estimador  $\hat{Z}(x_0)$ , na krigagem ordinária, não requer o conhecimento inicial da média estacionária da amostragem (LANDIM, 1998), mas requer que a soma dos pesos seja igual a 1 (UZUMAKI, 1994). Ainda, de acordo com Uzumaki (1994), o sistema de Krigagem Ordinária tem solução única se o modelo de variograma for válido. A krigagem, além de ser um estimador não tendencioso, é um interpolador exato, isto é, se o ponto a ser estimado coincidir com um dos pontos amostrados, o valor estimado deverá ser igual ao valor amostrado. A análise de correlação de Pearson foi realizada utilizando o programa computacional Statistica, versão 7. A análise geoestatística e confecção dos mapas temáticos foram realizadas utilizando o programa computacional GS+, versão 9.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2, pode-se observar os valores médios do período da Tmax e da URmin verificados para os diferentes municípios avaliados. A Tmax segue um padrão em função da altitude do local, sendo os menores valores em altitudes mais elevadas, como é o caso

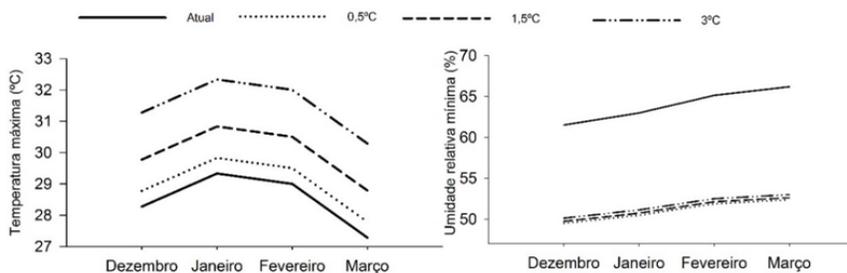
dos municípios localizados nas regiões noroeste e nordeste (Figura 1) e os maiores valores, observados em locais de menor altitude, como é o caso dos municípios localizados nas regiões centro oriental e sudoeste (Figura 1). Cargnelutti et al. (2006) concluíram que, para o estado do Rio Grande do Sul, a altitude exerce maior influência que a latitude na temperatura média decendial do ar. Todavia, existem outros fatores climáticos que influenciam na Tmax e URmin, além da altitude, como é o caso da maritimidade, nos municípios de Pelotas, Rio Grande e Santa Vitória do Palmar, amenizando a Tmax e elevando a URmin (Figura 2).



**Figura 2** – Valores médios (dezembro a março) de temperatura máxima do ar e umidade relativa mínima do ar, verificados para diferentes municípios do RS.

Os municípios de Itaqui, São Luiz Gonzaga, Bagé, Santa Maria e Porto Alegre, além de possuírem Tmax elevada (>28°C) possuem UR min alta (> 65%), o que aumenta o estresse térmico por calor. Esta condição ambiental de elevada UR e temperatura é prejudicial ao animal no que tange à perda de calor para o ambiente, especificamente nos mecanismos não evaporativos (condução, convecção e irradiação) que se tornam ineficientes (PEREIRA, 2005; SILVA, 2000; BAËTA e SOUZA, 2010).

O acréscimo da temperatura do ar nos cenários de mudança climática, resulta em uma diminuição na UR min do ar que pode ser observado na Figura 3, para os diferentes cenários de mudança climática. Verifica-se uma redução acentuada na URmin de 63 % para 51% com o acréscimo de 0,5°C na Tmax em comparação aos valores atuais. Essa redução da UR min não ocorre na mesma magnitude com o acréscimo de 1,5 e 3°C na Tmax, cujos valores médios são de 50% para ambos os cenários. Tendo em vista que, no cálculo da  $e_s$ , o acréscimo da Tmax é exponencial e não linear. De acordo com Silva et al. (2010), uma das grandes dificuldades em se avaliar os impactos das mudanças do clima nos índices relacionados ao bem-estar animal são as incertezas sobre as alterações nos valores de umidade relativa do ar.



**Figura 3** – Valores médios dos vinte e sete municípios de temperatura máxima do ar e umidade relativa mínima do ar, verificados nos meses de verão no RS, em cenários de mudança climática.

Nas Tabelas 1 e 2 são apresentados, respectivamente, os parâmetros referentes aos ajustes dos semivariogramas e análise de validação cruzada. Dentre os modelos avaliados, o modelo exponencial foi o que melhor ajustou à semivariância experimental observada para o THI, na maioria dos cenários simulados. Em três cenários o modelo esférico foi ajustado. O menor valor de alcance observado foi de 156,68 km e o maior 853,40. O alcance da dependência espacial é um parâmetro importante para a interpretação dos semivariogramas porque indica a distância máxima até onde os pontos amostrais estão correlacionados entre si, ou seja, quanto maior o alcance, maior a homogeneidade entre as amostras (VIEIRA et al., 2010). O erro padrão de predição, ou seja, a incerteza associada à estimativa de valores em locais não amostrados, variou de 1,55 a 2,40 (Tabela 2). Considerando que cada intervalo para classes de THI representa variação igual a 5, um erro de 2,40 pode ser considerado elevado. Este valor pode ser explicado em função da baixa quantidade de pontos amostrais disponíveis para geoespacialização do THI por todo o estado do Rio Grande do Sul.

O THI apresentou dependência espacial com correlação significativa negativa entre os valores de altitude, indicando que, locais de menor altitude apresentam maiores valores do índice (Figura 4). Assim, o THI foi superior a 79 (ambiente muito quente) nos municípios situados em altitude entre 1 e 400 m, com exceção aos municípios de Rio Grande e Pelotas, que estão nessa faixa de altitude, mas por serem municípios litorâneos, possuem uma Tmax mais amena (Figura 2). Nos demais municípios situados em altitude entre 400 e 971 m, o THI é indicativo de ambiente quente (THI>74). Já, no município de Bom Jesus, situado na altitude de 1046 m, a sensação é de conforto térmico nos meses de verão (THI<74).

**Tabela 1** – Parâmetros dos semivariogramas teóricos referente à modelagem da dependência espacial para os valores de THI e teste de normalidade de Shapiro-Wilk.

THI	Meses	w <sup>(1)</sup>	Parâmetros geoestatísticos						
			Modelo	a <sup>(2)</sup>	C <sub>0</sub> +C <sup>(3)</sup>	C <sub>0</sub> <sup>(4)</sup>	IDE <sup>(5)</sup>	SQR <sup>(6)</sup>	R <sup>2</sup> <sup>(7)</sup>
Atual	Dezembro	0,47 <sup>ns</sup>	Exponencial	224,46	8,79	0,39	F	15,5	0,71
	Janeiro	0,66 <sup>ns</sup>	Exponencial	245,56	0,79	0,56	M	8,28	0,80
	Fevereiro	0,79 <sup>ns</sup>	Exponencial	241,13	6,79	1,24	F	6,28	0,71
	Março	0,90 <sup>ns</sup>	Exponencial	266,69	4,43	1,29	M	3,24	0,60
+0,5°C	Dezembro	0,57 <sup>ns</sup>	Esférico	853,40	9,33	1,16	F	4,37	0,90
	Janeiro	0,12 <sup>ns</sup>	Exponencial	320,02	8,59	0,29	F	6,14	0,85
	Fevereiro	0,09 <sup>ns</sup>	Exponencial	205,57	5,76	0,21	F	4,81	0,78
	Março	0,26 <sup>ns</sup>	Exponencial	164,46	5,25	0,01	F	2,98	0,84
+1,5°C	Dezembro	0,48 <sup>ns</sup>	Esférico	754,50	6,62	1,21	F	3,45	0,85
	Janeiro	0,11 <sup>ns</sup>	Exponencial	211,13	5,40	0,30	F	2,90	0,83
	Fevereiro	0,08 <sup>ns</sup>	Exponencial	191,13	5,57	0,10	F	4,89	0,77
	Março	0,25 <sup>ns</sup>	Exponencial	160,01	5,14	0,01	F	2,99	0,83
+3,0°C	Dezembro	0,39 <sup>ns</sup>	Exponencial	156,68	5,95	0,01	F	5,68	0,79
	Janeiro	0,10 <sup>ns</sup>	Esférico	706,72	8,18	0,71	F	1,91	0,96
	Fevereiro	0,06 <sup>ns</sup>	Exponencial	240,02	6,21	0,10	F	1,59	0,93
	Março	0,20 <sup>ns</sup>	Exponencial	205,57	5,55	0,27	F	1,23	0,94

<sup>1</sup>p-valor teste de normalidade de Shapiro-Wilk (p>0,05); <sup>2</sup>Alcance (km); <sup>3</sup>Patamar; <sup>4</sup>Efeito pepita; <sup>5</sup>Índice de dependência espacial (F: Forte; M: Moderado); <sup>6</sup>Soma de quadrados do resíduo; <sup>7</sup>Coefficiente de determinação.

**Tabela 2** – Parâmetros da análise de validação cruzada referentes ao ajuste dos semivariogramas teóricos para os valores de THI.

THI	Meses	Parâmetros da análise de validação cruzada			
		CR <sup>(1)</sup>	Y <sup>(2)</sup>	EPP <sup>(3)</sup>	R <sup>2</sup>
Atual	Dezembro	0,66	26,62	2,40	0,18
	Janeiro	0,72	22,60	2,27	0,22
	Fevereiro	0,63	29,21	2,16	0,13
	Março	0,58	32,19	1,75	0,11
+0,5°C	Dezembro	0,98	1,41	1,79	0,48
	Janeiro	0,95	4,35	1,68	0,53
	Fevereiro	0,92	6,81	1,63	0,45
	Março	0,81	14,46	1,61	0,44
+1,5°C	Dezembro	0,91	7,02	1,78	0,36
	Janeiro	0,87	10,89	1,66	0,40
	Fevereiro	0,91	7,26	1,61	0,45
	Março	0,79	16,58	1,64	0,41
+3,0°C	Dezembro	0,78	17,54	1,85	0,43
	Janeiro	0,95	4,41	1,68	0,51
	Fevereiro	0,89	9,06	1,64	0,42
	Março	0,97	2,29	1,55	0,47

<sup>1</sup>Coefficiente de regressão; <sup>2</sup>Intercepto; <sup>3</sup>Erro padrão de predição

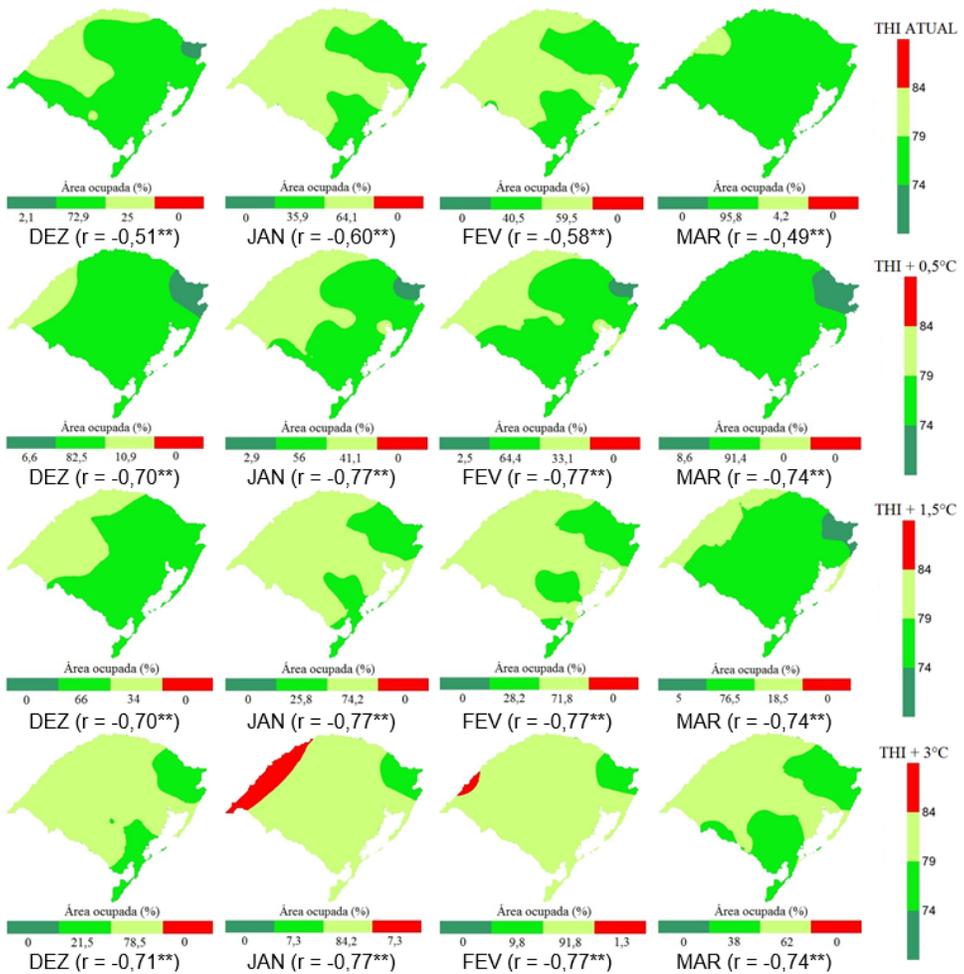
Na figura 4, é possível observar que mesmo no cenário atual de Tmax e URmin, o estresse térmico por calor atinge uma área superior a 90% do território do RS no verão, sobretudo em janeiro e fevereiro devido à maior Tar nesses meses (Figura 2). Avaliando

os cenários de mudança climática, verifica-se no cenário “THI + 0,5°C”, que a redução da UR med (Figura 3) compensa o acréscimo de 0,5°C na T<sub>max</sub>, aumentando em até 8% a área do estado em que o THI é de conforto térmico (THI < 74). Já, nos cenários “THI + 1,5 e 3,0 °C” essa redução da UR<sub>min</sub> que ocorre com o acréscimo da temperatura, não compensa o aumento da temperatura, ocorrendo um aumento para 100% as áreas do estado ocupadas pelo THI na faixa do desconforto térmico (THI>74), chegando a valores extremos (THI >84) em municípios localizados na região Sudoeste do estado. Do mesmo modo, da Silva et al. (2010), estudando cenários de mudanças climáticas e seus impactos na produção leiteira em estados nordestinos, observaram por meio do THI, que o estresse térmico será intensificado nos três estados (Iagoas, Bahia e Sergipe), tanto nos meses mais quentes (dezembro a fevereiro) como nos mais frios (junho a agosto).

A maior parte do território do estado do RS está sob estresse térmico por calor no período de verão e poderá ser agravado se confirmada a mudança climática global. Nessas condições de THI demonstradas na Figura 4, é inviável a criação de frangos de corte da 2ª a 6ª semana de vida, conforme os valores de referência propostos por Abreu e Abreu (2011); a menos que sejam adotadas alternativas para resfriamento do ambiente (SILVA, 2007). Do mesmo modo para suínos, que em locais com THI superior a 70, somente é possível a criação com a utilização de modificações no ambiente produtivo (SILVA, 1999).

O mesmo ocorre para vacas leiteiras, que de acordo com Silva Junior (2001), valores de THI superiores a 72, são considerados como alerta e acima de 82, considerados como emergência, situação em que ocorre uma redução na produtividade, pode resultar em baixas taxas de concepção e atraso no crescimento de animais de reposição (PIRES; CAMPOS, 2004; BILBY et al. 2009). Para ovinos da raça Dorper, Mendes et al. (2014), relatam que ambientes com THI acima de 72,8 ocasionariam movimentos respiratórios acima da média obtida para a raça, enquanto, em condições ambientais com valores de THI acima de 79,5, os animais se tornariam hipertérmicos.

Portanto, a espacialização do THI nas diferentes regiões, pode ser usada como um indicativo para a adoção de medidas de acondicionamento térmico ambiental no Rio Grande do Sul, que propiciem um melhor conforto térmico aos animais diante aos cenários de mudança climática. Grego e Vieira (2005), ressaltam que as construções de mapas com os valores obtidos por meio de krigagem são importantes para a verificação e interpretação da variabilidade espacial.



**Figura 4** - Mapas temáticos do THI referente aos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março para o estado do Rio Grande do Sul. r: coeficiente de correlação de Pearson entre THI e altitude; \*\* significativo ao nível de 5% de probabilidade

Nesse sentido, algumas medidas construtivas são recomendadas para um maior conforto térmico de animais confinados, tais como: utilização de materiais isolantes para a cobertura, instalações mais abertas, orientação correta, pé-direito mais elevado, privilegiando a ventilação natural e, se insuficientes, técnicas artificiais (ventilação, nebulização e exaustão) devem ser utilizadas (BAËTA e SOUZA, 2010). Para animais criados a campo, deve-se disponibilizar sombras. O fornecimento de sombra é considerado um método muito eficaz para garantir conforto térmico das vacas leiteiras criadas a pasto, podendo ser sombra natural ou artificial (PASTAL et al., 2015).

## 4 CONCLUSÕES

O THI apresentou dependência espacial com correlação significativa negativa entre os valores de altitude, indicando que, locais de menor altitude apresentam maiores valores do índice.

Nos meses de verão o estresse térmico por calor (THI>74) atinge uma área do Rio Grande do Sul superior a 70%, que pode aumentar para 100% com o acréscimo de 1,5 e 3°C na temperatura do ar, conforme os prognósticos de mudança climática global.

A espacialização do THI nas diferentes regiões do Rio Grande do Sul, indica a necessidade de sistemas de ventilação (natural ou mecânica/ natural e mecânica) e sombreamento, para a mitigação do estresse térmico por calor que existe nos meses de verão e que poderá ser agravado com a mudança climática, conferindo um maior conforto térmico animal.

## REFERÊNCIAS

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. **Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil**. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.40 (supl. especial), p.1-14, 2011.

ARAUJO, J. A. DE; MACIEL, L. G.; SANTOS, J. S. **Caracterização climática para frangos de corte no município de Redenção – PA**. Revista Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.10, n.19; p.480, 2014.

BACCARI JÚNIOR, F.; GONÇALVES, H. C.; MUNIZ, L.M. R. **Milk production, serum concentrations of thyroxine and some physiological responses of Saanen-Native goats during thermal stress**. Revista Veterinária Zootécnica, Botucatu, [S.l.], v. 8, p. 9-14, 1996.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: Conforto animal**. 2.Ed. Viçosa: EDUFV, 2010, 269p.

BILBY, T. R.; TATCHER, W.W.; HANSEN, P.J. **Estratégias farmacológicas, nutricionais e de manejo para aumentar a fertilidade de vacas leiteiras sob estresse térmico**, 2009. Anais.. Uberlândia, MG, 2009.

BROWN-BRANDL, T.M., EIGENBERG, R.A., HAHN, G.L., NIENABER, J.A., MADER, T.L., SPIERS, D.E., PARKHURST, A.M. **Analyses of thermoregulatory responses of feeder cattle exposed to simulated heat waves**. International Journal of Biometeorology, Germany, v.49, p.285 – 296, 2005.

BUFFINGTON, D. E.; COLLIER, R. J.; CANTON, G. H. **Shed management systems to reduce heat stress for dairy cows**. American Society of Agricultural engineers, St. Joseph, v.16, 1982.

CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. **Field scale variability of soil properties in central Iowa soil**. Soil Science Society of America Journal, United State, v. 58, p. 1501-1511, 1994.

CARGNELUTTI FILHO, A.; MALUF, J. R T; MATZENAUER, R; STOLZ, Á. P. **Altitude e coordenadas geográficas na estimativa da temperatura mínima média decenal do ar no Estado do Rio Grande do Sul**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 41, n. 6, p. 893-901, 2006.

CASTRO, J. O.; SANTOS, G. C.; AGUIAR, E. F.; SOUSA, F. A.; ALMEIDA, A. K.; CAMPOS, A. T. **Avaliação do índice de temperatura e umidade para as diferentes fases de produção de aves de corte no município de Diamantina – MG.** Anais... XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba, 2009.

COSTA, J. H. S.; SANTOS, L. F. D. DOS; DANTAS, R. T. **Diagnóstico bioclimático para produção de aves.** Revista Verde, Mossoró – RN, vol. 7, n. 4, p.45 – 49 , out-dez, 2012.

FALCO, J. E. **bioclimatologia animal.** Lavras: UFLA, 1997. 57 p.

GANTNER, V.; MIJÍC, P.; KUTEROVAC, K.; SOLIĆ, D.; GANTNER, R. **Temperaturehumidity index values and their significance on the daily production of dairy cattle.** Mljekarstvo, v.61, n.1, pg. 56-63, 2011.

GREGO, C. R.; VIEIRA, S. R. **Variabilidade espacial de propriedades físicas do solo em uma parcela experimental.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 29, n. 02, p. 169-177, 2005.

HERBUT, P; ANGREGKA S. **Forming of temperature-humidity index (THI) and milk production of cows in the free-stall barn during the period of summer heat.** Animal Science Papers and Reports,Poland, n.30, p.363–372, 2012.

HIGASHIYAMA, H.; IKEDA, K.; KOMATSU, T.; FUKASAWA, M. **Welfare of lactating Holstein cows under outdoor grazing and indoor housing in relation to temperature and humidity in summer in Japan.** Livestock Science, Netherlands, p 86-91, v 155, 2013.

INGRAHAM, R.H.; STANLEY, R.W.; WAGNER, W.C. **Seasonal effects of tropical climate on shaded and non-shaded cows as measured by rectal temperature, adrenal cortex hormones, thyroid hormone, and milk production.** American Journal of Veterinary Research, Chicago, v.40, p.1792-7, 1979.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990.** Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>>. Acesso em: 04 set. 2017.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **The Physical Science Basis.** Disponível em: <[https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WGIAR5\\_SPM\\_brochure\\_en.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WGIAR5_SPM_brochure_en.pdf)>. Acesso em: 04 set. 2017.

KLOSOWSKI, E. S; CAMPOS, A. T; CAMPOS, A. T; GASPARINO, E. **Estimativa do declínio na produção de leite, em período de verão, para Maringá-PR.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, Serra Talhada,v.10, n.2, p.283-288, 2002.

LANDIM, P.M.B. **Análise estatística de dados geológicos.** São Paulo, Ed. UNESP, 1998. 226p.

MENDES, A.M.P. **Índice de conforto térmico e zoneamento bioclimático para ovinos da raça Dorper no Estado de Pernambuco.** 2014. 161p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

OLIVEIRA, R. M; DONZELE, J. L.; ABREU DE, M. L.T.; FERREIRA, R. O.; VAZ, R. G. M. V.; CELLA, P. S. **Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.35, n.3, p.797-803, 2006.

PASTAL, D.; CRISTO, A. B. DE; FUJISAWA, F. M.; MAIER, G.S.; GUIRRO, E. C.B. P. **Papel do sombreamento no conforto térmico de vacas leiteiras criadas a pasto – revisão de literatura.** Veterinária em Foco, Canosas, v. 12, n. 2 (2015).

PAULA, E.J.H.; MARTINS, E.N.; MAGNABOSCO, C. U.; GERSON, L.J.; SILVA, S.L.; NETO, E.L.S. **Mudanças climáticas e impacto na produção animal.** Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia, Londrina, V. 6, N. 30, Ed. 217, Art. 1445, 2012.

PEREIRA, C.C.J. **Fundamentos de Bioclimatologia Aplicados à Produção Animal.** Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005.

PIRES, M. de F. A.; CAMPOS, A. T. de. **Modificações ambientais para reduzir o estresse calórico em gado de leite. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite.** Comunicado Técnico, 42, 2004.

ROBINSON, G.K. **That BLUP is a good thing: the estimation of random effects.** Statistical Science, v.6, p. 15-51, 1991.

SILVA JÚNIOR, J. A.; COSTA, A. C. L.; PEZZUTI, J. C. B.; COSTA, R. F.; GALBRAITH, D. **Análise da Distribuição Espacial do Conforto Térmico na Cidade de Belém, PA no Período Menos Chuvoso.** Revista Brasileira de Geografia Física, Niterói, v.2, p.218-232, 2012.

SILVA, E. T. Índice de temperatura e umidade (ITU) **na produção de aves para a Mesoregião do Nordeste e Norte pioneiro Paranaense.** Revista Acadêmica, Recife, V.5, n.4, p.385,390, 2007.<  
[www2.pucpr.br/reol/index.php/academica?dd99=pdf&dd1=1875](http://www2.pucpr.br/reol/index.php/academica?dd99=pdf&dd1=1875)>.

SILVA, G.R. **Introdução à Bioclimatologia Animal.** São Paulo - Ed.:Nobel, 2000.

SILVA, R.G. **Estimativa do balanço térmico por radiação em vacas holandesas expostas ao sol e a sombra em ambiente tropical.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa,v. 28, n.6, p.1403-1411, 1999.

SILVA, THIERES GF, et al. **Cenários de mudanças climáticas e seus impactos na produção leiteira em estados nordestinos.**Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi, Campina Grande,v. 14, n.8, 2010

SIROHI, S.; MICHAELOWA, A. **Sufferer and cause: Indian livestock and climate change. Climatic Change,** Elsevier, v.100, p.120-134, 2007

TINÓCO, I. F. F. **Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros.** Revista Brasileira de Ciência Avícola, Campinas, v.3, n.1, p.1-26, 2001.

TRAGMAR, B.B., YOST, R.S., UEHARA, G. **Application of geostatistics to spatial studies of soil properties.** Advances in Agronomy, United States,v. 38, p. 45-94, 1985.

UZUMAKI, E.T. **Geoestatística multivariada: Estudo de métodos de predição.** Dissertação (Estatística – Instituto de Matemática, estatística e Ciência da Computação), UNICAMP, 1994. 104p.

VIEIRA, S. R.; GUEDES FILHO, O.; CHIBA M. K.; MELLIS, E. V.; DECHEN, S. C. F.; MARIA, I. C. de. **Variabilidade espacial dos teores foliares de nutrientes e da produtividade da soja em dois anos de cultivo em um Latossolo Vermelho.** Revista Brasileira de Ciência do Solo,Viçosa, v.34. p.1503-1514, 2010.

YAMAMOTO, J.K.; LANDIM, P.M.B. **Geoestatística: Conceitos e Aplicações.** Editora Oficina de Textos, 215p, 2013.

YANAGI JUNIOR, T. **Inovações tecnológicas na bioclimatologia animal visando aumento da produção animal: relação bem estar animal x clima.** Artigo em Hypertexto. 2006. Disponível em: [http://www.infobibos.com/Artigos/2006\\_2/ITBA/Index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/ITBA/Index.htm). Acesso em: 11 jan. 2017.

# CAPÍTULO 17

## CONTROL DE PARASITOSIS EQUINAS: SOSTENIBILIDAD VS. FARMACOLOGÍA

Data de aceite: 01/12/2020

### **María Vilá Pena**

Grupo de Investigación COPAR (GI2120).  
Facultade de Veterinaria de Lugo,  
Universidade de Santiago de Compostela,  
España

### **Cándido Viña Pombo**

Grupo de Investigación COPAR (GI2120).  
Facultade de Veterinaria de Lugo,  
Universidade de Santiago de Compostela,  
España

### **Mathilde Voinot Meissner**

Grupo de Investigación COPAR (GI2120).  
Facultade de Veterinaria de Lugo,  
Universidade de Santiago de Compostela,  
España  
<https://orcid.org/0000-0003-1819-3974>

### **María Isabel Silva Torres**

Grupo de Investigación COPAR (GI2120).  
Facultade de Veterinaria de Lugo,  
Universidade de Santiago de Compostela,  
España

### **Rami Salmo**

Grupo de Investigación COPAR (GI2120).  
Facultade de Veterinaria de Lugo,  
Universidade de Santiago de Compostela,  
España

### **Antonio Miguel Palomero Salinero**

Grupo de Investigación COPAR (GI2120).  
Facultade de Veterinaria de Lugo,  
Universidade de Santiago de Compostela,  
España  
<https://orcid.org/0000-0002-1693-3409>

### **José Ángel Hernández Malagón**

Grupo de Investigación COPAR (GI2120).  
Facultade de Veterinaria de Lugo,  
Universidade de Santiago de Compostela,  
España  
<https://orcid.org/0000-0001-5357-4428>

### **Rodrigo Bonilla Quintero**

Laboratorios CARVAL, Bogotá, Colombia.  
Grupo de Investigación COPAR (GI2120).  
Facultade de Veterinaria de Lugo,  
Universidade de Santiago de Compostela,  
España

### **Adolfo Paz Silva**

Grupo de Investigación COPAR (GI2120).  
Facultade de Veterinaria de Lugo,  
Universidade de Santiago de Compostela,  
España  
<https://orcid.org/0000-0002-0208-3861>

### **Rita Sánchez-Andrade Fernández**

Grupo de Investigación COPAR (GI2120).  
Facultade de Veterinaria de Lugo,  
Universidade de Santiago de Compostela,  
España  
<https://orcid.org/0000-0002-1212-8250>

### **María Sol Arias Vázquez**

Grupo de Investigación COPAR (GI2120).  
Facultade de Veterinaria de Lugo,  
Universidade de Santiago de Compostela,  
España  
<https://orcid.org/0000-0002-2682-9015>

### **Cristiana Filipa Cazapal Monteiro**

Grupo de Investigación COPAR (GI2120).  
Facultade de Veterinaria de Lugo,  
Universidade de Santiago de Compostela,  
España  
<https://orcid.org/0000-0003-0368-6645>

**RESUMEN:** Los cambios sucedidos en los últimos años a nivel económico han provocado ciertas modificaciones en las posibilidades de tenencia de animales como los caballos, que en ocasiones se ha hecho insostenible para sus propietarios porque no pueden asumir el incremento en el coste de su alimentación. Para asegurar su alimentación, se ha optado por el mantenimiento en praderas, lo que además puede entrañar un riesgo de infección por parásitos que se diagnostican con frecuencia, como los estrongílicos, cuyo control se realiza mediante la administración de tratamientos farmacológicos. Sin embargo, en el suelo se desarrollan formas infectantes (larvas L3) que los caballos ingieren con el pasto, de modo que la eficacia de los antiparasitarios puede resultar inferior a tres meses. En el presente estudio se analizó la eficacia del control integral de las estrongilidosis equinas, basado en el tratamiento de un grupo de caballos con un antihelmíntico, que además recibió un concentrado alimentario con esporas de un hongo (*Duddingtonia flagrans*) para prevenir su reinfección; otros dos grupos de caballos se desparasitaron y alimentaron con concentrado sin esporas. A pesar de que a las dos semanas post-tratamiento se comprobó una eficacia del antiparasitario superior al 80% en todos los grupos, los lotes que recibieron concentrado sin esporas se volvieron a infectar, y a las cuatro semanas del tratamiento inicial alcanzaron un nivel de infección que aconsejaba una nueva desparasitación. Por el contrario, aunque los caballos alimentados con concentrado con esporas también volvieron a infectarse, siempre mantuvieron unos niveles de parasitación tan reducidos que no hicieron necesaria la nueva aplicación de fármacos. Estos resultados subrayan la necesidad de implementar medidas sobre las fases infectivas en el medio, para disminuir el riesgo de infección por estrongílicos en caballos.

**PALABRAS CLAVE:** *Estrongílicos*, caballos, control biológico, *Duddingtonia flagrans*, pellets

## CONTROL OF HORSE INFECTIONS BY STRONGYLIDS: SUSTAINABILITY VERSUS PHARMACOLOGY

**ABSTRACT:** Several changes occurring at the economic level in recent years led to certain modifications in the possibilities of keeping animals such as horses, and scenarios consisting on the owners can not afford their nutrition appeared in many areas of European countries. For trying to solve this situation, owners considered their maintenance in pastures, but this can also entail a risk of infection by parasites that are frequently diagnosed, such as some Strongylids, whose control is carried out through the administration of pharmacological treatments. However, their infective stages (L3 larvae) develop in the soil and are ingested by horses in the pasture, so that the effectiveness of antiparasitics can be shortened to less than three months. In the present study, the efficacy of the integral control of equine strongylidosis was analyzed, based on the treatment of a group of horses with an anthelmintic did received also nutritional pellets enriched with spores of a fungus (*Duddingtonia flagrans*) to prevent their reinfection; another 2 groups of horses were dewormed and provided feedstuff without spores. Despite that an efficacy higher than 80% was obtained by two weeks after treatment, horses receiving pellets without spores became re-infected, and four weeks after the initial treatment they reached an infection level that advised a new

deworming. On the contrary, although horses feeding on feedstuff with spores did infect again, low levels of egg-output were maintained for 12 weeks and no new drug application was necessary. These results highlight the need to implement measures on the infective stages of Strongylids in the soil, in order to reduce the risk of infection in grazing horses.

**KEYWORDS:** Strongylids, horse, biological control, *Duddingtonia flagrans*, nutritional pellets

## INTRODUCCIÓN

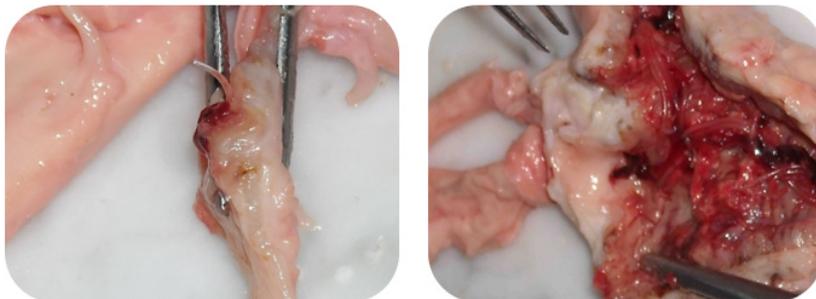
La crisis económica que viene aconteciendo desde hace unos años ha repercutido de forma notable en la ganadería, observándose un incremento del precio de las materias primas que sirven de base para la fabricación de concentrados alimentarios, como los cereales. Esto ha supuesto un cambio en algunos sistemas de producción agro-ganadera, en los que se ha intentado paliar la situación mediante el pastoreo de los animales. Un ejemplo significativo se encuentra en la cabaña equina, que experimentó años atrás un auge notable sustentado en la bonanza económica, pero que en fechas recientes ha visto disminuido su censo ante la incapacidad de hacer frente a las necesidades alimentarias de los caballos.

El Norte de la Península Ibérica se caracteriza por una climatología con temperaturas moderadas y precipitaciones abundantes, que favorecen el crecimiento de especies vegetales forrajeras prácticamente durante todo el año. Por esta razón, el mantenimiento de los animales en pastoreo contribuye a hacer posible su alimentación sin una dependencia importante de concentrados. Este aspecto también ha servido para paliar la situación de animales que, encontrándose en áreas con escaso acceso a praderas (principalmente del Sur de España), han sido llevados al Norte en busca de condiciones de supervivencia sostenibles para sus propietarios, y evitar tener que llegar a plantearse la disyuntiva del sacrificio forzoso por no poder atender sus requerimientos nutricionales.

A los equinos, la alimentación en pastos les proporciona no sólo nutrición adecuada, sino también ventajas como la posibilidad de realizar ejercicio al aire libre o de socializar con otros individuos. En el medio también se encuentran formas de resistencia/propagación de algunas formas parasitarias, que provocan la infección de los caballos al ser ingeridas junto con especies vegetales (Relf y cols., 2013; Rehbein y cols., 2013).

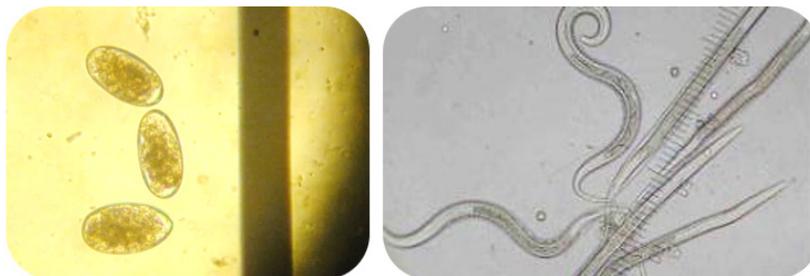
Entre los parásitos más frecuentemente diagnosticados en equinos se encuentran los estrongílicos (Corning, 2009). Una parte de estos nematodos, los *ciatostominos* o *pequeños estróngilos*, se circunscriben solo al intestino, y no realizan migraciones a otras localizaciones; por el contrario, los denominados *grandes estróngilos* llevan a cabo

migraciones intraorgánicas durante las cuales provocan lesiones importantes que pueden provocar la reducción del índice de conversión de los alimentos, retraso en el crecimiento o en la aparición de celos, disminución en la resistencia a otras infecciones, e incluso la muerte a consecuencia de alteraciones circulatorias severas (aneurismas, trombos, infartos...) (Fig. 1).



**Fig. 1.-** Aneurisma en arteria mesentérica craneal de caballo provocado por larvas de *Strongylus vulgaris* (estrongílido).

Los individuos parasitados eliminan huevos de estrongídeos en las heces, que una vez en el exterior (suelo) completan las fases de larva L1, L2 y L3 (fase infectante) (Fig. 2). En hábitats con vegetación y humedad adecuados, las L3 persisten durante un periodo de tiempo notable, que facilita la posterior infección de los caballos (Lind y cols., 2007).



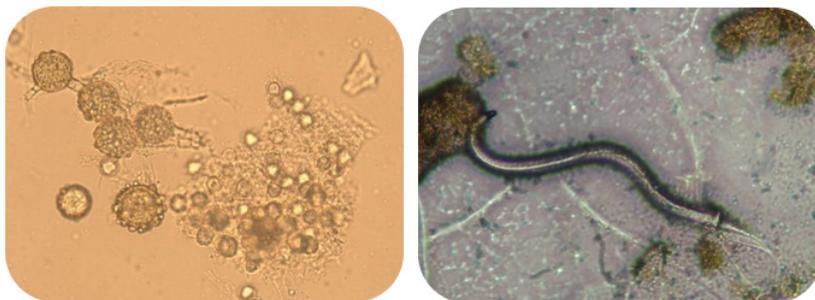
**Fig. 2.-** Huevos de estrongídeos (izda.), y larvas L3 (infectivas) (dcha.).

El control de las estrongilidosis se sustenta en la aplicación de tratamientos antihelmínticos cada 3-4 meses (Larsen y cols., 2011). No obstante, la presencia de L3 en el suelo facilita la infección de los equinos cuando pastan, de modo que el efecto antiparasitario es temporal, y se intenta mejorar recurriendo a la administración frecuente de fármacos. Para evitar esta situación, es necesario reducir la existencia de L3, y limitar el riesgo de infección en los caballos (Cazapal-Monteiro y cols., 2014).

En el suelo conviven diferentes organismos como virus, bacterias, hongos..., con ciertas formas parasitarias. Algunas especies de hongos, son capaces de *atrapar* las larvas de ciertos parásitos para adquirir el C y N necesarios para su supervivencia y desarrollo. Son especies saprofitas denominadas *atrapanematodos* o *nematófagos*, que se propagan

mediante esporas, capaces de atravesar el tracto gastrointestinal de los animales sin experimentar alteraciones en su actividad parasiticida. Se trata de hongos que se nutren de materia orgánica en descomposición o permanecen en estado de latencia, y al detectar las larvas de algunos nematodos, desarrollan un micelio en el que se intercalan trampas con las que atrapan las larvas de algunos nematodos. Se ha demostrado la inocuidad de especies como *Duddingtonia flagrans*, *Arthrobotrys oligospora* o *Monacrosporium thaumassium* para animales, plantas y personas (Araújo y cols., 2014; Buzatti y cols., 2015).

Para tratar de contribuir al control integrado de strongilídeos en equinos en pastoreo, se diseñó un estudio en el que se emplearon tres grupos de caballos en pastoreo, que se desparasitaron al inicio porque eliminaban huevos de los nematodos citados. Uno de los grupos recibió suplemento nutricional a base de concentrado comercial al que se añadieron esporas de *D. flagrans* durante el proceso de fabricación, en tanto que a los otros dos se les proporcionó concentrado sin esporas.



**Fig. 3.-** Esporas de *D. flagrans* (izda.), y larva L3 atrapada en el micelio L3 (dcha.).

## MATERIAL Y MÉTODOS

### 1. Obtención de esporas de *Duddingtonia flagrans*

En el presente trabajo se emplearon esporas del hongo nematófago *Duddingtonia flagrans* (CECT20823), obtenidas en medio de cultivo líquido COPFr (patente WO 2014/125155 A1). Esta cepa se aisló a partir de muestras de tierra de explotaciones ganaderas de Lugo (Galicia, Noroeste de España), y se depositó en la Colección Española de Cultivos Tipo (CECT, Valencia, España).

### 2. Fabricación de concentrado con esporas *D. flagrans*

Los caballos que participaron en el presente estudio se suplementaron con concentrado alimentario (4Equus®, NANTA, España) a base de cereales en grano y sus subproductos, semillas de oleaginosas y sus derivados, caña de azúcar y subproductos, minerales y aminoácidos. La composición analítica era proteína (14%), lípidos (2,9%), fibra (12,5%), calcio (1,5%), fósforo (0,65%), sodio (0,53%), magnesio (0,54%), vitamina A (10000 UI / Kg), vitamina D3 (1500 UI / Kg) y vitamina E (42 UI / Kg).

En una fábrica del grupo NUTRECO (NANTA; Begonte, Lugo, España) se procedió a la elaboración de concentrado alimentario para caballos con esporas del hongo nematófago *D. flagrans* (Hernández y cols., 2016). Para ello, durante la fase de mezcla de los diferentes ingredientes de 4Equus®, se añadieron  $10^6$  esporas / Kg mezcla (Fig. 3). Es importante tener en cuenta que la siguiente etapa es la de peletización, en la que se llegan a alcanzar temperaturas próximas a 72 °C durante varios segundos. En una investigación anterior se demostró que las clamidosporas de *D. flagrans* son capaces de resistir el proceso de fabricación de concentrado (Arias y cols., 2015).



Fig. 4.- Elaboración de concentrado alimentario con esporas del hongo *D. flagrans*

### 3. Diseño experimental

En el presente estudio se emplearon caballos adultos en pastoreo rotacional. Debido a que al inicio se identificaron huevos de estrogilidos en las heces, se procedió a su tratamiento, empleándose tres antihelmínticos:

G-1: 9 ejemplares de Pura Raza Española (PRE) tratados con una dosis oral de Ivegan® Trio (0,6% Ivermectina + 22,5% Fenbendazol + 7,5% Praziquantel; CARVAL, Colombia).

G-2: 9 individuos PRE tratados vía tópica con Noromectin® (0,5% Ivermectina; Norbrook, Irlanda).

G-3: 7 Caballos de Deporte Español (CDE) desparasitados por vía tópica con Noromectin® (0,5% Ivermectina; Norbrook, Irlanda).

Los individuos del G-1 y G-2 recibieron 2,5 Kg de concentrado sin esporas dos veces / semana; los del G-3 se alimentaron con idéntica ración de concentrado, pero con esporas de *D. flagrans*, lo que supone una ingesta de  $2,5 \cdot 10^6$  esporas / caballo.

### 4. Valoración de la estrategia antiparasitaria

Con objeto de determinar el efecto de las diferentes medidas de control de estrogilidos, se procedió a la recogida de heces de los caballos cada dos semanas, directamente del recto de cada individuo. Las muestras se analizaron mediante la técnica coprológica de flotación en solución salina (Francisco y cols., 2012). Para ello, se pesaron 3 g de heces de cada muestra, que se emulsionaron en 42 mL de agua y se filtraron

por una malla de 150  $\mu\text{m}$  de diámetro de poro. El filtrado se recogió en dos tubos de 12 mL, que se centrifugaron a 2000 rpm durante 5 min, y a continuación se retiró el sobrenadante, añadiéndose solución salina saturada ( $\rho = 1,2 \text{ g / dL}$ ). Con ayuda de una cámara McMaster, se realizaron tres observaciones al microscopio (10X) para identificar la presencia de huevos de estrongílicos, así como de esporas de *D. flagrans* en las heces de los individuos del G-3.

Los resultados se expresaron como número de huevos por gramo de heces (HPG), calculándose a continuación el porcentaje de reducción fecal de huevos o FECR (*Fecal Egg Count Reduction*), y el porcentaje de reducción de caballos positivos a la coprología (RCP):

$$\text{FECR (\%)} = [1 - (\text{EPG}_{\text{post-tratamiento}} / \text{EPG}_{\text{pretratamiento}})] \times 100$$

$$\text{RCP (\%)} = [1 - (\text{Caballos positivos}_{\text{post-tratamiento}} / \text{Caballos positivos}_{\text{pretratamiento}})] \times 100$$

Para determinar la presencia de esporas de *D. flagrans* en las heces de los caballos del G-3, diariamente durante las dos primeras semanas del estudio, se recogieron muestras, que se analizaron con la técnica de flotación descrita anteriormente. Con los recuentos obtenidos, se calculó el Índice de Recuperación de Esporas, asumiendo que cada día los caballos de este grupo ingerían  $\approx 2,5 \cdot 10^6$  esporas:

$$\text{IRE (\%)} = [\text{N}^\circ \text{Esporas}_{\text{día}} \times 10^6 / 2,5 \cdot 10^6] \times 100$$

## 5. Análisis estadístico de los resultados

Se empleó el paquete estadístico SPSS versión 21 (IBM SPSS, Inc., Chicago, IL). Los datos obtenidos mediante análisis coprológico se analizaron con un análisis de varianza para establecer la existencia de diferencias entre los grupos ( $P < 0.05$ ), empleándose el paquete estadístico SPSS versión 20 (IBM SPSS, Inc., Chicago, IL).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A las 2 semanas del tratamiento antihelmíntico se demostró una eficacia (FECR) del 99% para el G-1, 83% para el G-2 y 91% para el G-3 (Tabla 1). En relación con el RCP, los porcentajes resultaron del 89% para el G-1, 53% para el G-2 y 86% para el G-3. Estos datos indican, por tanto, que la combinación de ivermectina + fenbendazol + praziquantel es la más eficaz para la eliminación de los estrongílicos adultos en los caballos en pastoreo. Los porcentajes de eficacia en el G-2 y G-3 resultaron más bajos que los señalados en investigaciones previas (Francisco y cols., 2009, 2012).

Tabla 1.- Eficacia del tratamiento frente a estrogilidos en caballos en pastoreo.

GRUPO	SEMANA	HPG	FECR	Caballos positivos	RCP
<b>G-1</b>	0	867 ± 548		9	
	2	10 ± 12	99%	1	89%
	4	367 ± 248	58%	3	67%
	8	531 ± 297	39%	5	44%
	12	923 ± 288	-	8	11%
<b>G-2</b>	0	578 ± 564		9	
	2	98 ± 149	83%	4	55%
	4	313 ± 128	46%	7	22%
	8	579 ± 325	-	7	22%
	12	741 ± 297	-	9	0%
<b>G-3</b>	0	541 ± 254		7	
	2	48 ± 24	91%	1	86%
	4	96 ± 36	89%	2	71%
	8	118 ± 93	86%	4	43%
	12	220 ± 101	75%	5	29%

La ivermectina tópica se emplea en ocasiones para el tratamiento de caballos muy poco dóciles, para evitarles un estrés excesivo, se presentan problemas de sujeción/inmovilización, o reducir el tiempo y personal necesarios para la desparasitación de los caballos (Francisco y cols., 2012). Sin embargo, esta formulación no está registrada para equinos, por lo que se recurre a preparaciones para ganado bovino, lo que podría explicar los porcentajes de eficacia observados en el presente estudio.

A las 4 semanas post-tratamiento se detectó un incremento significativo en los valores de eliminación de huevos de nematodos estrogilidos en las heces de los caballos del G-1 y del G-2, que superaron los 300 HPG (Tabla 1), criterio para determinar la necesidad de nueva administración de antiparasitario (Uhlinger, 2007; Francisco y cols., 2012). Por el contrario, en el G-3 no se alcanzaron recuentos de HPG próximos a 300, y no resultó necesario volver a aplicar antiparasitario.

En las heces de los caballos del G-3, se detectó la presencia de esporas de *D. flagrans* al día siguiente del inicio de su administración, estudio, incrementándose los valores hasta alcanzar un recuento más o menos constante a partir del día 11 (Fig. 5). Los valores del IRE oscilaron entre el 4% (día 2) y el 17% (del día 11 en adelante).

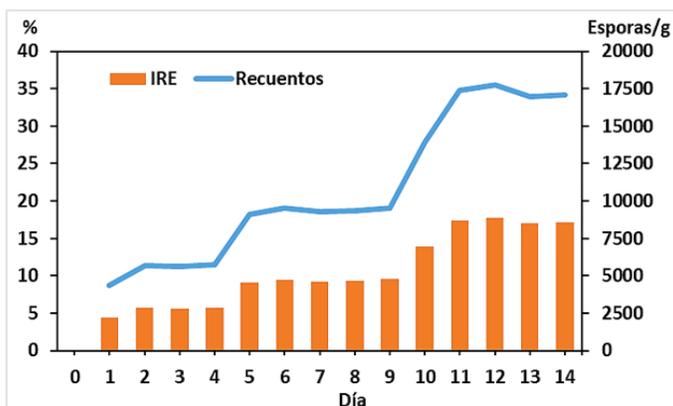


Fig. 5.- Elaboración de concentrado alimentario con esporas del hongo *D. flagrans*.

Los datos obtenidos en el G-1 muestran la dificultad que supone el control de estrongílicos en caballos en pastoreo. A pesar de que el tratamiento con una combinación a base de ivermectina + fenbendazol + praziquantel resultó altamente eficaz, a las cuatro semanas post-tratamiento un tercio de los caballos fueron positivos mediante coprología, y los recuentos de HPG indicaron la necesidad de volver a desparasitar. Con la aplicación tópica de ivermectina, la eficacia fue inferior al 95%, destacando en el G-2 que siete (de nueve) caballos eliminaban huevos a partir de las cuatro semanas post-tratamiento, superando también recuentos de 300 HPG. Por el contrario, en el G-3 la mitad de los caballos no eliminaban huevos en las heces a las ocho semanas post-tratamiento.

El objetivo del tratamiento antihelmíntico no es erradicar, sino limitar la infección en los caballos y procurar que alcancen un nivel que no les cause lesiones. Un aspecto que suele pasar desapercibido es la presencia de larvas L3, responsable de la reinfección de los caballos. Con la administración de esporas de *D. flagrans* se retrasó la infección de los caballos del G-3, y los valores de eliminación de HPG siempre se mantuvieron por debajo de 300, de lo que se deduce un notable efecto antagonista del hongo sobre las L3. En el pasto, estas larvas se encuentran a *refugio* de los tratamientos antiparasitarios que se aplican a los equinos, y su desaparición o descenso notable se asocia con el incremento de poblaciones resistentes (Leathwick y cols., 2019). La alimentación de caballos con pellets nutricionales fabricados con esporas del hongo nematófago supone una estrategia sostenible adecuada para el control integrado de estrongílicos, puesto que, si se reduce la presencia de las L3 en el suelo, es posible mantener un grado de infección muy bajo en los caballos, y no existe necesidad de aplicar antiparasitarios con excesiva frecuencia. Este procedimiento también podría resultar útil para el control parasitario en especies animales que se crían en régimen ecológico (Ortiz Pérez y cols., 2017).

## CONCLUSIONES

La fabricación de concentrado con esporas de *D. flagrans* proporciona una herramienta muy útil para asegurar la presencia de este hongo en las heces, facilitando de este modo su actividad antagonista sobre las larvas L3 o infectantes de los estrongílicos. Con esta formulación se favorece la aplicación de una medida sostenible, puesto que no supone una tarea adicional a las que desarrollan con frecuencia cuidadores o propietarios de los caballos.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido realizado con cargo a los Proyectos de Investigación AGL2012-34355 y CTM2015-65954-R (Ministerio de Economía y Competitividad, España; FEDER).

## BIBLIOGRAFÍA

ARAÚJO, J.V., GUIMARÃES, M.P., CAMPOS, A.K., SÁ, N.C., SARTI, P., ASSIS, R.C.L. **Control of bovine gastrointestinal nematode parasites using pellets of the nematode-trapping fungus *Monacrosporium thaumasium***. *Ciência Rural*, Santa Maria-RS., 34, 457-463, 2014.

ARIAS, M.S., ARROYO, F.L., CAZAPAL-MONTEIRO, C., HERNÁNDEZ, J.A., SUÁREZ, J., FRANCISCO, I., LÓPEZ-ARELLANO, M.E., SÁNCHEZ-ANDRADE, R., MENDOZA DE GIVES, P., PAZ-SILVA A., 2015. **Formulating *Duddingtonia flagrans* in nutritional pellets for the sustainable control of equine strongyles**. *Journal of Science, Technology and Environment*, 5, 1-16, 2016.

BUZATTI, A., DE PAULA SANTOS, C., FERNANDES, M.A., YOSHITANI, U.Y., SPRENGER, L.K., DOS SANTOS, C.D., MOLENTO, M.B. ***Duddingtonia flagrans* in the control of gastrointestinal nematodes of horses**. *Experimental Parasitology*, 159, 1-4, 2015.

CAZAPAL-MONTEIRO, C., HERNÁNDEZ, J.A., ARIAS, M.S., SUÁREZ, J.L., MIGUÉLEZ, S. FRANCISCO, I., LAGO, P., RODRÍGUEZ, M.I., CORTIÑAS F.J., ROMASANTA, A. Horse Rearing Conditions, Health Status and Risk of Sensitization to Gastrointestinal Parasites. En: SÁNCHEZ-ANDRADE FERNÁNDEZ, R. et al. (Ed) **Horses: Breeding, Health Disorders and Effects on Performance and Behaviour**. Nova Publishers, Hauppauge NY (USA), 2014, pp 43-57.

CORNING, S. **Equine cyathostomins: a review of biology, clinical significance and therapy**. *Parasites & Vectors* 2 Suppl 2, S1, 2009.

FRANCISCO, I., SÁNCHEZ, J. A., CORTIÑAS, F. J., FRANCISCO, R., MOCHALES, E., ARIAS, M., MULA, P., SUÁREZ, J. L., MORRONDO, P., DÍEZ-BAÑOS, P., SÁNCHEZ-ANDRADE, R., & PAZ-SILVA, A. **Clinical trial of efficacy of ivermectin pour-on against gastrointestinal parasitic nematodes in silvopasturing horses**. *Equine Veterinary Journal*, 41, 713–715, 2009.

FRANCISCO, R., PAZ-SILVA, A., FRANCISCO, I., CORTIÑAS, F. J., MIGUÉLEZ, S., SUÁREZ, J., SÁNCHEZ-ANDRADE, R. **Preliminary analysis of the results of selective therapy against strongyles in pasturing horses**. *Journal of Equine Veterinary Science*, 32, 274-280, 2012.

HERNÁNDEZ, J.A., ARROYO, F.L., SUÁREZ, J., CAZAPAL-MONTEIRO, C., ROMASANTA, A., LÓPEZ-ARELLANO, M.E., PEDREIRA, J., MADEIRA DE CARVALHO, L.M., SÁNCHEZ-ANDRADE, R., ARIAS, M.S., MENDOZA DE GIVES, P., PAZ-SILVA, A. **Feeding horses with industrially manufactured pellets with fungal spores to promote nematode integrated control.** *Veterinary Parasitology*, 229, 37-44, 2016.

LARSEN, M.L., RITZ, C., PETERSEN, S.L., NIELSEN, M.K. **Determination of ivermectin efficacy against cyathostomins and Parascaris equorum on horse farms using selective therapy.** *Veterinary Journal*, 188, 44-47, 2011.

LEATHWICK, D. M., SAUERMAN, C. W., NIELSEN, M. K. **Managing anthelmintic resistance in cyathostomin parasites: Investigating the benefits of refugia-based strategies.** *International journal for Parasitology. Drugs and drug resistance*, 10, 118-124, 2019.

LIND, E.O., KUZMINA, T., UGGLA, A., WALLER, P.J., HÖGLUND, J. **A field study on the effect of some anthelmintics on cyathostomins of horses in Sweden.** *Veterinary Research Communications*, 31, 53-65, 2007.

ORTIZ PÉREZ, D. O., SÁNCHEZ MUÑOZ, B., NAHED TORAL, J., ORANTES ZEBADÚA, M. Á., CRUZ LÓPEZ, J. L., REYES GARCÍA, M. E., & MENDOZA DE GIVES, P. **Using Duddingtonia flagrans in calves under an organic milk farm production system in the Mexican tropics.** *Experimental parasitology*, 175, 74-78, 2017.

REHBEIN, S., VISSER, M., WINTER, R. **Prevalence, intensity and seasonality of gastrointestinal parasites in abattoir horses in Germany.** *Parasitology Research*, 112, 407-413, 2013.

REL, V.E., MORGAN, E.R., HODGKINSON, J.E., MATTHEWS, J.B. **Helminth egg excretion with regard to age, gender and management practices on UK Thoroughbred studs.** *Parasitology*, 140, 641-652, 2013.

UHLINGER, C.A. **Evidence-based parasitology in horses.** *Veterinary Clinics North American Equine Practice*, 23, 509-517, 2007.

## SOBRE O ORGANIZADOR

**EDUARDO EUGENIO SPERS** realizou pós-doutorado na Wageningen University (WUR), Holanda, e especialização no IGIA, França. Possui doutorado em Administração pela Universidade de São Paulo (USP). Foi Professor do Programa de Mestrado e Doutorado em Administração e do Mestrado Profissional em Comportamento do Consumidor da ESPM. Líder do tema Teoria, Epistemologia e Métodos de Pesquisa em Marketing na Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (ANPAD). Participou de diversos projetos de consultoria e pesquisa coordenados pelo PENSA e Markestrat. É Professor Titular no Departamento de Economia, Administração e Sociologia, docente do Mestrado em Administração e Coordenador do Grupo de Extensão MarkEsalq no campus da USP/Esalq. Proferiu palestras em diversos eventos acadêmicos e profissionais, com diversos artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, livros e capítulos de livros sobre agronegócios, com foco no marketing e no comportamento do produtor rural e do consumidor de alimentos.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Açaizeiro 109

Adaptabilidade 66, 67

Agroecologia 67, 89, 97, 98, 99, 100, 101, 104, 106, 107, 108

### B

Bioclimatologia animal 152, 153, 164, 165

Bioflocos 138, 139, 142, 143, 145, 146, 147

### C

Caballos 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175

Cangrejo de río 130

Capsicum 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 13

Centla 130, 131, 132

Ciclo PDCA 116, 122, 123, 126

Control biológico 167

Controle biológico 30, 80, 88, 124, 125

Controle de pragas agrícolas 24

Crianza 130, 132

Cultivados 1, 7, 30, 66

Custo de produção 23, 32, 33, 37, 38, 144, 145, 146, 147

### D

Depredador 130

Descompactación 47, 48, 53

Diagrama de Ishikawa 116, 119, 121, 122, 124, 125, 128

Doenças foliares 15, 19, 20

Duddingtonia flagrans 167, 168, 170, 175, 176

### E

Ensilagem 109, 112, 115

Estrongilidos 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175

### F

Falsa-medideira 80, 82

Fincas cafeteras 39

## G

Germoplasma 1, 3

Glycine max 71, 72, 78, 81

Gossypium hirsutum 56

## H

Humedad del suelo 46, 47, 50, 52, 53

## I

Inseticidas 23, 24, 25, 30, 31, 34, 37, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 82, 87

Inseticidas botânicos 23, 24

## L

Lagarta-do-cartucho 23, 24, 25, 33, 36

Leite 97, 102, 106, 116, 117, 118, 119, 121, 124, 125, 126, 128, 129, 154, 164, 165

Lucratividade e cultivares 33

## M

Meio ambiente 24, 36, 58, 89, 93, 99, 100, 102, 121, 124, 147

Mudança climática 152, 153, 154, 155, 158, 159, 161, 163

## P

Patologia de Sementes 71, 73

Pecuária 63, 71, 78, 91, 116, 127, 128

Pellets 167, 168, 174, 175, 176

Pennisetum purpureum 109, 110, 112

Pesca 130

Piscicultura 138, 140, 150, 151

Plantas inseticidas 24

Políticas públicas 89, 92, 93, 99, 103, 104, 105, 106, 149

Pontos fracos 116, 118, 119, 120, 126, 127, 129

Produção animal 104, 116, 154, 165

Produtividade de grãos 14, 15, 18, 19, 33, 34, 72, 102

## R

Rabbiteye 66, 67

Resistência genética 15, 21

Rio do Sul 66, 67

Rutas de transición 41, 44

## S

Segurança alimentar 89, 91, 92, 93, 96, 97, 102, 104, 105

Silvestres 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 131

Simarouba versicolor 24, 25, 29, 30, 31

Sistemas cafeeiros 41

Suinocultura 89, 90, 92, 94, 96, 97, 103, 104, 105, 106, 107, 108

Sustentabilidade 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45

## T

Tilápia 139, 140, 141, 143, 144, 145, 146, 147, 149, 150, 151

Tomografia de resistividade eléctrica 46, 47

Toxicidade aguda 30, 56

Tratamento de sementes 80

## V

Valorização 1

Valor nutritivo 109, 110, 115

Variedade 66, 68, 69, 83

Viabilidade econômica 35, 138, 139, 140, 144, 145, 150, 151

Vigor 37, 71, 72, 76, 77

## Z

Zea mays L 15, 25, 33



**EDITORA  
ARTEMIS**