

VOL VI

AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO
SPERS
(Organizador)

 EDITORA
ARTEMIS

2021

VOL VI

AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO
SPERS
(Organizador)

 EDITORA
ARTEMIS

2021



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos 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.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

Editora Chefe	Prof.ª Dr.ª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M.ª Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M.ª Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizadora	Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers
Imagem da Capa	Shutterstock
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia
Prof.ª Dr.ª Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba
Prof.ª Dr.ª Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano, Peru*
Prof.ª Dr.ª Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof.ª Dr.ª Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.ª Dr.ª Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.ª Dr.ª Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados
Prof.ª Dr.ª Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão
Prof.ª Dr.ª Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima
Prof.ª Dr.ª Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México*
Prof.ª Dr.ª Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca, Espanha*
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República, Uruguay*
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona, Espanha*
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro
Prof.ª Dr.ª Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco
Prof.ª Dr.ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura, Peru*
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío, Chile*
Prof.ª Dr.ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas



Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, *University of Miami and Miami Dade College, USA*
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha, Espanha*
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, *Unifimes - Centro Universitário de Mineiros*
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid, Espanha*
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 Lúvia do Carmo, *Universidade Federal de Goiás*
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, *Universidade de Passo Fundo*
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodriguez, *Universidad Santiago de Compostela, Espanha*
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, *Universidade Estadual Paulista*
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, *Universidade Federal de Sergipe*
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 Maria Lúcia Pato, *Instituto Politécnico de Viseu, Portugal*
Prof.ª Dr.ª Maurícea 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.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, *Universidade do Estado da Bahia*
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.ª Dr.ª Sílvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, *Universidade Aberta de Portugal*
Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, *Universidade do Porto, Portugal*
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.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, *Universidade Tecnológica Federal do Paraná*
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 [livro eletrônico] : pesquisa e inovação nas ciências que alimentam o mundo VI / Organizador Eduardo Eugênio Spers. – Curitiba, PR: Artemis, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Edição bilingue
ISBN 978-65-87396-35-4
DOI 10.37572/EdArt_300421354

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

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

APRESENTAÇÃO

As Ciências Agrárias são um campo de estudo multidisciplinar por excelência, e um dos mais profícuos em termos de pesquisas e aprimoramento técnico. A demanda mundial por alimentos e a crescente degradação ambiental impulsionam a busca constante por soluções sustentáveis de produção e por medidas visando à preservação dos recursos naturais.

A obra Agrárias: **Pesquisa e Inovação nas Ciências que Alimentam o Mundo** compila pesquisas atuais e extremamente relevantes, apresentadas em linguagem científica de fácil entendimento. Na coletânea, o leitor encontrará textos que tratam dos sistemas produtivos em seus diversos aspectos, além de estudos que exploram diferentes perspectivas ou abordagens sobre a planta, o meio ambiente, o animal, o homem, o social e sobre a gestão.

Este Volume VI traz 28 artigos de estudiosos de diversos países. São 14 trabalhos de autores da Argentina, China, Colômbia, Espanha, México, Peru e Portugal e 14 trabalhos de pesquisadores brasileiros, divididos em dois eixos temáticos: os primeiros 13 capítulos versam sobre **Sistemas de Produção Vegetal** e os demais tratam de temas variados dentro do eixo temático **Zootecnia e Veterinária**.

Desejo a todos uma proveitosa leitura!

Eduardo Eugênio Spers

SUMÁRIO

SISTEMAS DE PRODUÇÃO VEGETAL

CAPÍTULO 1 1

SELECCIÓN DE CULTIVARES DE TARWI (*LUPINUS MUTABILIS SWEET.*) POR RENDIMIENTO, PRECOCIDAD, CONTENIDO DE ACEITE Y PROTEÍNA EN PUNO, PERÚ

Ángel Mujica
Ernesto Chura
Gladys Moscoso
Danira Chuquimia
Trinidad Romero
Alonso Astete
Edgardo Calandri
Patricia Montoya

DOI 10.37572/EdArt_3004213541

CAPÍTULO 2 14

FUNCTIONALITY AND PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF THE CHIRIMOYA FLOUR (*ANNONA CHERIMOLA MILLER*) CV. CUMBE

Erick Alvarez-Yanamango
Roberto Chuquilín-Goicochea
Fredy Huayta Socantaype
Gladys Arias Arroyo

DOI 10.37572/EdArt_3004213542

CAPÍTULO 3 29

EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE HARINA OBTENIDA DE LA TORTA RESIDUAL DE SACHA INCHI (*PLUKENETIA VOLUBILIS L.*) PARA SU POTENCIAL USO EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO

Leidy Andrea Carreño Castaño
Seidy Julieth Prada Miranda
Cristian Giovanni Palencia Blanco
Mónica María Pacheco Valderrama
Ana Milena Salazar Beleño
Héctor Julio Paz Díaz
Luz Elena Ramirez Gómez
Adriana Patricia Casado Perez

DOI 10.37572/EdArt_3004213543

CAPÍTULO 4 43

BALANÇO HÍDRICO DO SOLO E USO DA ÁGUA NO TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM* L.):
UM CASO DE ESTUDO EM CONDIÇÕES MEDITERRÂNICAS

António Canatário Duarte
Manuel Marques Patanita
Alexandra Telo da Costa Trincalhetas Tomaz

DOI 10.37572/EdArt_3004213544

CAPÍTULO 557

GEOTECNOLOGIA APLICADA EM DADOS DIGITAIS E ANALÓGICOS PARA ANÁLISE
MULTITEMPORAL DO PLANTIO DE CANA-DE-AÇÚCAR EM DECLIVIDADE ACIMA
DE 12%

João Pedro dos Santos Verçosa
Flávio Henrique dos Santos Silva
Arthur Costa Falcão Tavares
Victor Rodrigues Nascimento

DOI 10.37572/EdArt_3004213545

CAPÍTULO 667

SIMULAÇÃO DO CRESCIMENTO DOS FRUTOS DA PEREIRA (*PYRUS COMMUNIS*
L.) CV 'ROCHA' COM BASE NO TEMPO TÉRMICO

Miguel António Leão de Sousa
José Paulo De Melo-Abreu

DOI 10.37572/EdArt_3004213546

CAPÍTULO 7 81

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA QUALIDADE DOS FRUTOS DE NOVOS CLONES DE
MACIEIRAS DA CULTIVAR 'GALA'

Claudia Sánchez Lara
Miguel Leão de Sousa

DOI 10.37572/EdArt_3004213547

CAPÍTULO 8 92

*TRIOZA ERYTREA*E EM CITRINOS – TRATAMENTO BIOLÓGICO COM *CHRYSOPERLA*
CARNEA

Ana Álvares Ribeiro Marques de Aguiar
Nuno Miguel Soares Martins de Carvalho
Susana Maria Gomes Caldas Fonseca

DOI 10.37572/EdArt_3004213548

CAPÍTULO 9 109

DESENVOLVIMENTO DAS INDÚSTRIAS VINÍCOLAS LOCAIS NA CHINA: UM ESTUDO DE CASO DA INDÚSTRIA VINÍCOLA DE NINGXIA

Yuanbo Li
Isabel Bardají
Jinxu Wang

DOI 10.37572/EdArt_3004213549

CAPÍTULO 10 119

LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DA VINHA DE UVA DE MESA EXISTENTE NO ALGARVE - PORTUGAL

José Fernando Valente Prazeres

DOI 10.37572/EdArt_30042135410

CAPÍTULO 11 127

CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA DE UN PRODUCTO FERMENTADO DE ELABORACIÓN ARTESANAL A BASE DE ARROZ

Francia Elena Valencia García
Yuli Stephany López Cadena
Ana María Gomez Betancur

DOI 10.37572/EdArt_30042135411

CAPÍTULO 12..... 140

CONTAGEM DE MICRORGANISMOS ENCONTRADOS EM KEFIR DE LEITE CULTIVADOS ARTESANALMENTE POR FAMÍLIAS DO NORTE DO PARANÁ

Stael Málaga Carrilho
Francielle Gibson da Silva Zacarias
Claudia Yurika Tamehiro
Eder Paulo Fagan
Amabily Furquim da Silva
Enrico Nogueira Tozzi
Anna Carolina Leonelli Pires de Campos

DOI 10.37572/EdArt_30042135412

CAPÍTULO 13.....147

ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE *TAGETES ERECTA* L (CEMPOALXÓCHITL) HACIA PATÓGENOS ASOCIADOS A INFECCIONES OFTALMOLÓGICAS

Andrea Trejo Argueta
Luz Adriana Villegas García
Marlene Guadalupe Rodríguez-López
Rosa María Marcelo Sánchez
Aidé Avendaño Gómez

DOI 10.37572/EdArt_30042135413

ZOOTECNIA E VETERINÀRIA

CAPÍTULO 14158

UTILIZAÇÃO DE VITAMINA E SOBRE A COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E ESTABILIDADE OXIDATIVA DE CORTES CÀRNEOS DE FRANGOS DE CORTE

Édina de Fátima Aguiar
Ricardo Sousa Santos
Carolina Toledo Santos
Marina Gabriela Berchiol da Silva
Erothildes Silva Rohrer Martins
Andre Gomes Faria
Talitha Kássia Alves dos Santos Dessimoni

DOI 10.37572/EdArt_30042135414

CAPÍTULO 15..... 168

DETERMINACIÓN DE *CAMPYLOBACTER* TERMORRESISTENTES EN POLLOS PARRILLEROS A NIVEL DE FRIGORÍFICO Y EN GRANJAS AVÍCOLAS

Judith Bertone
Ana Cabral
Silvia Romanini
Analía Chanique
Matías Caverzán
Paulo Cortes
Raúl Yaciuk

DOI 10.37572/EdArt_30042135415

CAPÍTULO 16 177

EVOLUÇÃO DE LA CONCENTRACIÓN DE NH₃ EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA DE CONSIGNA EN ALOJAMIENTOS PORCINOS DE TRANSICIÓN

Manuel Ramiro Rodríguez

Eugenio Losada

Roberto Besteiro

Tamara Arango

M. Dolores Fernández

DOI 10.37572/EdArt_30042135416

CAPÍTULO 17 196

VALOR NUTRITIVO DO FENO TIFTON 85 (CYNODON SPP.) SEQUEIRO EM CINCO IDADES DE CORTE

Carlos Antunes Oliveira de Carvalho

Renata Vitarele Gimenes Pereira

Wellyngton Tadeu Vilela Carvalho

Lucio Carlos Gonçalves

Aline Silva Oliveira

Gustavo Piacesi Rocha

DOI 10.37572/EdArt_30042135417

CAPÍTULO 18 201

MATÉRIA SECA E MINERAL DE FORRAGEM HIDROPÔNICA DE MILHO DE DENSIDADE DE 3,0 KG.M⁻²

Michelle Lares Vasconcelos

Lucas de Alvarenga Freire Neto

Wallacy Barbacena Rosa dos Santos

Andréia Santos Cezário

Jeferson Corrêa Ribeiro

Tiago Neves Pereira Valente

DOI 10.37572/EdArt_30042135418

CAPÍTULO 19 206

CARACTERIZAÇÃO DAS PLANTAS TÓXICAS DE INTERESSE PECUÁRIO NA MICRORREGIÃO DE SALINAS, NORTE DE MINAS GERAIS, BRASIL

Gabriel Domingos Carvalho

Felipe Matheus Ferreira Chagas

Gilmar Breno Oliveira Guimarães

Thales Felipe Lucas Sena

Dênis Nunes de Andrade

Elvis Tadyello Marques Ribeiro

Ronaldo Medeiros dos Santos

DOI 10.37572/EdArt_30042135419

CAPÍTULO 20.....216

CONTRIBUCIONES DE LA ETNOZOOTECNIA AL ESTUDIO DE LOS RUMIANTES MENORES

[Michel Victor Hubert Hick](#)

[Eduardo Narciso Frank](#)

DOI 10.37572/EdArt_30042135420

CAPÍTULO 21.....230

PESQUISA EM APICULTURA: DUAS DÉCADAS DE EXPANSÃO MUNDIAL (1998-2018)

[Breno Noronha Rodrigues](#)

[Joselena Mendonça Ferreira](#)

[Leandro Alves da Silva](#)

[Kátia Peres Gramacho](#)

[Dejair Message](#)

DOI 10.37572/EdArt_30042135421

CAPÍTULO 22.....240

USO DE FITOTERÁPICOS PARA TRATAMENTOS DE DISTÚRBIOS GASTROINTESTINAIS EM EQUINOS

[Isalaura Cavalcante Costa](#)

[Andressa Cristiny dos Santos Teixeira](#)

[Bruno Santos Braga Cavalcanti](#)

[Carla Rayane dos Santos](#)

[Ingrid Souza Ferreira de Lima](#)

[Claudia Alessandra Alves de Oliveira](#)

[Fernanda Pereira da Silva Barbosa](#)

[Raíssa Karolliny Salgueiro Cruz](#)

[Muriel Magda Lustosa Pimentel](#)

DOI 10.37572/EdArt_30042135422

CAPÍTULO 23.....253

IDENTIFICAÇÃO DE HELMINTOS DE ANIMAIS MANTIDOS EM CATIVEIRO POR ANÁLISE MORFOMÉTRICA

[Evelin Cristina Berton](#)

[Andrea Cristina Higa Nakaghi](#)

[Rodrigo Hidalgo Friciello Teixeira](#)

DOI 10.37572/EdArt_30042135423

CAPÍTULO 24.....260

OCORRÊNCIA DE HEMOPARASITOSE EM CÃES ATENDIDOS EM HOSPITAL VETERINÁRIO DE CAMPO GRANDE, ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL, BRASIL

Camila Maria dos Santos

Flavia de Oliveira Conte

Ana Lúcia Tonial

Alessandra Augustos Bairros

Dina Regis Recaldes Rodrigues Argeropulos Aquino

Alexsandra Rodrigues de Mendonça Favacho

DOI 10.37572/EdArt_30042135424

CAPÍTULO 25.....267

LEISHMANIOSE VISCERAL: UMA DOENÇA EMERGENTE NO ATENDIMENTO CLÍNICO DO PACIENTE FELINO

Vivian Marçal Queiroz

Andrea Cristina Higa Nakaghi

DOI 10.37572/EdArt_30042135425

CAPÍTULO 26.....285

PRINCIPAIS DERMATOPATIAS EM EQUINOS

Ingrid Souza Ferreira de Lima

Isalaura Cavalcante Costa

Andressa Cristiny dos Santos Teixeira

Carla Rayane dos Santos

Bruno Santos Braga Cavalcanti

Roberto Romulo Ferreira da Silva

Fernanda Pereira da Silva Barbosa

Raíssa Karolliny Salgueiro Cruz

Muriel Magda Lustosa Pimentel

DOI 10.37572/EdArt_30042135426

CAPÍTULO 27303

DETECÇÃO DE ANTICORPOS ANTI-*NEOSPORA CANINUM* POR ENSAIO IMUNOENZIMÁTICO EM OVINOS DO MUNICÍPIO DE SÃO ROQUE NO ESTADO DE SÃO PAULO

Aparecida do Nascimento Silva

Andrea Cristina Higa Nakaghi

Ana Carolina Rusca Correa Porto

Edilene Goroí Rainha

DOI 10.37572/EdArt_30042135427

CAPÍTULO 28..... 309

AVALIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES SANGUÍNEAS DE GLICOSE E LACTATO EM EQUINOS ANTES E IMEDIATAMENTE APÓS AS ATIVIDADES EQUESTRES DE VAQUEJADA

Ruan Paulo Soares
Bruno Santos Braga Cavalcanti
Carla Rayane dos Santos
Erivan Luiz Pereira de Andrade
Luiz Eduardo Cruz dos Santos Correia
Muriel Magda Lustosa Pimentel
Gilsan Aparecida de Oliveira
Mariah Tenório de Carvalho Souza
Isabelle Vanderlei Martins Bastos
Raíssa Karolliny Salgueiro Cruz

DOI 10.37572/EdArt_30042135428

SOBRE O ORGANIZADOR.....314

ÍNDICE REMISSIVO315

CAPÍTULO 1

SELECCIÓN DE CULTIVARES DE TARWI (*LUPINUS MUTABILIS SWEET.*) POR RENDIMIENTO, PRECOCIDAD, CONTENIDO DE ACEITE Y PROTEÍNA EN PUNO, PERÚ

Data de submissão: 04/02/2021

Data de aceite: 26/02/2021

Edgardo Calandri

Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

<http://orcid.org/0000-0002-9638-1527>

Patricia Montoya

Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

Ángel Mujica¹

Universidad Nacional del Altiplano

Puno, Perú

<http://orcid.org/0000-0002-7013-8780>

Ernesto Chura

Universidad Nacional del Altiplano

Puno, Perú

<http://orcid.org/0000-0003-4227-220X>

Gladys Moscoso

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Lima, Perú

<http://orcid.org/0000-0001-5858-4828>

Danira Chuquimia

Universidad Privada Néstor Cáceres

Velásquez, Juliaca, Perú

<http://orcid.org/0000-0001-7847-5266>

Trinidad Romero

Universidad Nacional del Altiplano

Puno, Perú

<http://orcid.org/0000-0003-0391-5081>

Alonso Astete

Universidad Nacional del Altiplano

Puno, Perú

<http://orcid.org/0000-0002-8683-1416>

RESUMEN: El Tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*), reviste importancia por ser alimento cotidiano de la población andina, fija e incorpora nitrógeno al suelo, hasta 200 Kg/ha y es alto en proteínas y aceites; sin embargo, es tardío, susceptible a heladas en sus primeras etapas fenológicas y de mediana productividad. Se evaluaron en Camacani, Puno, Perú a 3850 msnm, durante 2017-2018, 14 cultivares de diferentes zonas del Perú (Yunguyo, Cholo fuerte, Huancayo-6, SCG-22, Alta gracia, Andenes-80, Patón grande, SLP-1, UNCP, Seccelambra, Sacatacani, Vilquechico, Yunguyo 1, Yunguyo 2), con el objetivo de seleccionar aquellos con mayor rendimiento de grano, menor período vegetativo, alto contenido de proteína y aceite, sembrando en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Se evaluó: Altura planta, rendimiento de grano por eje central, rendimiento de grano de ramas primarias, rendimiento de grano por hectárea, diámetro y color de grano, días a floración y madurez

¹ Correspondencia: amhmujica@yahoo.com; Tel.: (+51-951-624416)

fisiológica, proteína, grasas, carbohidratos en semilla. Los resultados indican que los cultivares Vilquechico y Sacatani tienen mayor rendimiento de grano (4,363, 4,073 Kg/ha); SCG-22, Vilquechico son precoces (221, 225 días); Yunguyo 2, Andenes-80 tienen más proteínas: 48 % y Vilquechico y Patón grande, tienen más aceite (23.5, 21.5 %). Se concluye que: Vilquechico (4,363 Kg/ha, 225 días, 45 % proteína, 23.5 % aceite) y Sacatani (4,073 Kg/ha, 241 días, 46 % proteína, 16 % aceite) son recomendados para el altiplano peruano.

PALABRAS CLAVE: Aceite. *Lupinus mutabilis*. Proteína. Rendimiento. Tarwi.

SELECTION OF TARWI CULTIVARS (*LUPINUS MUTABILIS* SWEET.) BY PERFORMANCE, PRECOCITY, OIL CONTENT AND PROTEIN IN PUNO, PERU

ABSTRACT: Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), is important for being daily food of the Andean population, fixed and incorporates nitrogen into the soil, up to 200 Kg/ha and is high in protein and oils; however, it is late, susceptible to frost in its early phenological stages and medium-productivity. They were evaluated in Camacani, Puno, Peru at 3850 meters above sea level, during 2017-2018, 14 cultivars from different areas of Peru (Yunguyo, Cholo fuerte, Huancayo-6, SCG-22, Alta gracia, Andenes-80, Patón Grande, SLP-1, UNCP, Seccelambra, Sacatani, Vilquechico, Yunguyo 1, Yunguyo 2), with the aim of selecting those with higher grain yield, reduced vegetative period, high protein and oil content, sowing in complete blocks at random, with four repetitions. It was evaluated: Plant height, grain yield per central axis, grain yield of primary branches, grain yield per hectare, diameter and color of grain, days to flowering and physiological maturity, protein, fats, carbohydrates in seed. Results indicate that Vilquechico and Sacatani have higher grain yields (4,363, 4,073 Kg/ha); SCG-22, Vilquechico are early (221, 225 days); Yunguyo 2, Andenes-80 have more protein (48%) and Vilquechico and Patón grande have more oil (23.5, 21.5%). It is concluded that cultivars: Vilquechico (4,363 Kg/ha, 225 days, 45 % protein, 23.5% oil) and Sacatani (4,073 Kg/ha, 241 days, 46 % protein, 16% oil) are recommended for Peruvian plateau.

KEYWORDS: *Lupinus mutabilis*. Oil. Protein. Tarwi. Yield.

1 INTRODUCCIÓN

El Tauri, Tarwi o Chocho, reviste enorme importancia en el Perú y principalmente en el altiplano peruano, por constituir alimento cotidiano de la población andina y por ser una fabácea, que fija nitrógeno atmosférico, es apreciado en la rotación de cultivos, ya que incorpora al suelo hasta 200 Kg/ha, así como por su alto contenido de proteínas y aceites (Mujica y Moscoso, 2018); sin embargo, posee un largo período vegetativo, susceptible a las heladas en las primeras etapas del desarrollo y de mediana productividad.

Por ello se han sometido a evaluación 14 cultivares procedentes de diferentes condiciones agroclimáticas del Perú, con el objetivo de seleccionar aquellos que tengan

mayor rendimiento, menor período vegetativo, que resistan a las heladas en sus primeras etapas fenológicas y con alto contenido de aceite y proteína. Aunque en el altiplano peruano solo se espera producción del eje central de la planta y en el mejor de los casos, de sus ramas primarias; la adaptación de diferentes ecotipos en condiciones del altiplano peruano, es de mucha importancia debido a que los que se siembran actualmente, a pesar de su gran variabilidad, con más de 319 accesiones en el banco de germoplasma de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú (Mujica *et al.*, 1991), son de bajo rendimiento, muy tardíos: de 207 a 250 días de período vegetativo (Mujica, 1994) y no se dispone de información sobre la cantidad de aceite y proteína que contienen.

Este conocimiento contribuirá a mejorar las condiciones socioeconómicas del agricultor, en las drásticas condiciones climas en las que las comunidades indígenas lo cultivan actualmente, a partir de saberes y conocimientos ancestrales que involucran también la eliminación de alcaloides y la transformación artesanal del grano (Mujica, 2011). Por ello se han ensayado genotipos que existen en el país y que son sembrados por las comunidades indígenas en diferentes condiciones agroclimáticas, conservándose la diversidad y variabilidad de los Andes, aspectos centrales para su conservación (Mujica, 2009). En la zona andina existe una amplia distribución geográfica del tarwi, que va desde los valles interandinos en el norte del Ecuador, donde se le conoce como Chocho, hasta el altiplano peruano que alcanza los 3,900 msnm, con características especiales de coloración y contenido de alcaloides, dónde se lo denomina Tauri (Jacobsen y Mujica, 2004). La investigación del tarwi en los últimos años ha estado centrada en los procesos de desamargado, logrando establecer metodologías parcialmente eficientes y en la selección de genotipos y accesiones de los bancos de germoplasma con mayor rendimiento y de precocidad aceptable (Mujica *et al.*, 2002).

Se han obtenido variedades con características sobresalientes en rendimiento, precocidad y menor contenido de alcaloides, como: Andenes- 80 en Cusco, Huancayo- 6 en Junín, Selección Líneas Precoces-SLP-1 al 4 en Puno, Alta Gracia en Cajamarca y la variedad Inti en Chile, esta última libre de alcaloides, pero con enorme susceptibilidad a condiciones adversas de clima, ataque de plagas y enfermedades (Mujica *et al.*, 2001). El tarwi, tiene características variadas de comportamiento en las diferentes zonas productoras del país (Tapia, 1997), con rendimientos entre 1500 a 3500 Kg/ha, según el genotipo, lugar de siembra y cuidados culturales proporcionados (Mujica *et al.*, 2015), cuyos parientes silvestres están ampliamente distribuidos en las zonas aledañas al área de cultivo, ya que constituye medicina para sus animales (alcaloides) y combustible para la cocina de los agricultores (Jacobsen y Mujica, 2006).

Sancho (2013), al evaluar 80 accesiones del banco de germoplasma de la Universidad Nacional del Altiplano, por precocidad y rendimiento de grano, observó que la más precoz resultó ser la accesión LES-186 con 223 días de período vegetativo y la más tardía la accesión LES-173, con 256 días, mientras que, en rendimiento, las accesiones LES-073 con 3,774 Kg/ha y LES-149 con 3,525 Kg/ha fueron superiores. Sin embargo, al determinar la precocidad en 5 líneas y una variedad de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en Camacani, Perú, se encontró que la línea SLP-4 fue la más precoz con 192 días de período vegetativo y 268 Kg/ha de Nitrógeno total aportado al suelo (Pérez, 2013).

Coillo (2014), al evaluar caracteres morfológicos y agronómicos en Camacani, Puno, Perú, encontró que todas las accesiones muestran tallo principal prominente, con 27 % de dehiscencia, forma de semilla oval aplanada, dominando el color de semilla blanco (72%), café (25%) y gris (2%); en precocidad variaron de 199 a 220 días de período vegetativo, altura de planta varió de 100 a 153 cm, el número de vainas por planta entre 49 a 193; número de granos por planta entre 40 a 124 y el peso de 100 semillas de 30 a 42 gramos. La hipótesis planteada, fue que existen en el país, genotipos de tarwi que se adapten a condiciones del altiplano peruano, con alto rendimiento, más precoces y de elevado contenido proteína y aceite.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 MATERIAL EXPERIMENTAL

Los cultivares utilizados fueron: T1. Yunguyo (Puno), T2. Cholo fuerte (Huaraz), T3. Huancayo-6 (Junín), T4. SCG-22 (Cusco), T5. Alta gracia (La Libertad), T6. Andenes-80 (Cusco), T7. Patón grande (Otuzco-La libertad), T8. SLP-1 (Puno), T9. UNCP (Junín), T10. Seccelambra (Ayacucho), T12. Vilquechico (Puno), T13. Yunguyo 1 (Puno), T14. Yunguyo 2 (Puno), como se observa en la Tabla 1, los cuales se sembraron en el CIP, Camacani de la Universidad Nacional del Altiplano- UNA-Puno, Perú a 3850 msnm, en la campaña agrícola 2017/2018, en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

Tabla 1. Cultivares de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) utilizados en la investigación y su procedencia

Clave	Nombre cultivar	Procedencia	Provincia/ Departamento	Altura (msnm)	País
T1	Yunguyo	Yunguyo	Puno	3826	Peru
T2	Cholo fuerte	Huaraz	Ancash	3052	Peru
T3	Huancayo-6	Huancayo	Junín	3270	Peru
T4	SCG-22	Kayra	Cusco	3320	Peru
T5	Alta gracia	Trujillo	La Libertad	3169	Peru
T6	Andenes- 80	Andenes	Cusco	3405	Peru

Clave	Nombre cultivar	Procedencia	Provincia/ Departamento	Altura (msnm)	País
T7	Paton grande	Otuzco	La Libertad	2641	Peru
T8	SLP-1	Camacani	Puno	3320	Peru
T9	UNCP	Huancayo	Junín	3270	Peru
T10	Seccelambra	Ayacucho	Ayacucho	2761	Peru
T11	Sacacatani	Huancané	Puno	3841	Peru
T12	Vilquechico	Huancané	Puno	3825	Peru
T13	Yunguyo-1	Yunguyo	Puno	3826	Peru
T14	Yunguyo -2	Yunguyo	Puno	3826	Peru

2.2 INSTALACIÓN DEL EXPERIMENTO

La siembra e instalación del experimento, se efectuó de acuerdo a las normas del cultivo establecidas para la zona, en selección de semilla, fecha de siembra, distanciamiento, densidad de siembra, abonamiento, cuidados culturales, control de plagas y enfermedades, cosecha y trilla (Mujica, 2018). Se han evaluado los siguientes caracteres: Altura de planta, Número de ramas primarias, Número de vainas por eje central, longitud de vaina, rendimiento de grano por eje central, diámetro de grano, rendimiento de ejes primarios, días a floración, días a madurez fisiológica, color de grano, contenido de proteína, grasas y carbohidratos, para lo cual se ha utilizado los descriptores morfológicos del tarwi (CIRF, 1981).

2.3 ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA PROXIMAL

Para determinar la composición química proximal y efectuar las determinaciones de grasa, proteína y carbohidratos se ha utilizado la metodología propuesta por la AOAC Internacional. Efectuando los análisis en el Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos- ICTA, Córdoba, Argentina, con tres repeticiones y obteniendo él promedio.

El contenido total de grasa libre, se obtuvo por el método de extracción con Soxhlet utilizando n-hexano como solvente, según la técnica reportada por la AOAC Internacional (1999), 920,39. Para el Análisis de proteína bruta, se realizó con un digestor de seis posiciones, marca Buchí modelo K-424 y un destilador semiautomático, marca Buchí modelo K-350. Según el método oficial de análisis de AOAC Internacional (1999), 984.13.15. Para la conversión del nitrógeno a proteína bruta se empleó el factor 6,25. Análisis de cenizas: Se llevo a cabo por calcinación en la mufla (Índex 273) a 600 °C de acuerdo con AOAC International (1999), 923; mientras que la Humedad, se determino mediante secado en horno a 100 °C a peso constante de la muestra de acuerdo con

AOAC Internacional (1999), 934,01; para los Hidratos de Carbono, se calcularon por según la fórmula:

Hidratos de carbono= 100 – (% de humedad + %de cenizas + % de proteínas + % de lípidos).

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

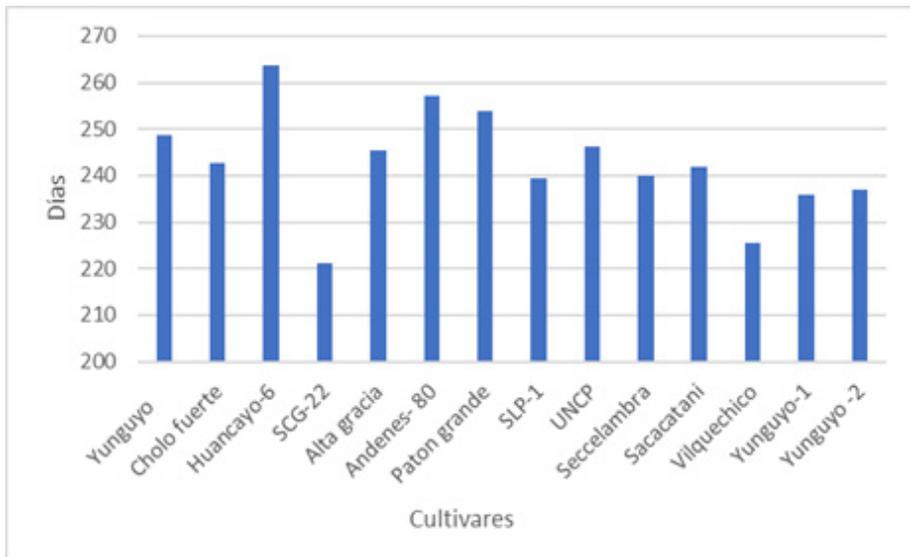
3.1 PERÍODO VEGETATIVO (DÍAS A MADUREZ FISIOLÓGICA)

En la Tabla 2 y Figura 1, se observa que los cultivares de tarwi, sembrados en Puno a 3,850 msnm, alcanzaron un período vegetativo que varía entre 221 a 263 días, siendo el cultivar más precoz el SCG-22, con 221 días de período vegetativo, procedente de Kayra, Cusco y el más tardío el cultivar Huancayo-6, con 263 días, procedente de Junín, ambos provienen de valles interandinos con mejores condiciones climáticas y menor altura sobre el nivel del mar que el altiplano puneño; sin embargo el SCG-22 fue seleccionado en Kayra, Cusco no solo por su adecuado rendimiento sino también por el menor período vegetativo en dichas condiciones, mientras que Huancayo- 6, fue seleccionado por su alta producción de grano, coincidiendo el más precoz (SCG-22) con los tarwis precoces del banco de germoplasma de Puno (Coillo, 2014).

Tabla 2. Período vegetativo de cultivares de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y prueba de significación de Duncan, en Puno, Perú.

Clave	Nombre cultivar	Período vegetativo (días)	Nivel de Significancia.
T3	Huancayo-6	263.75	a
T6	Andenes- 80	257.25	ab
T7	Paton grande	253.75	bc
T1	Yunguyo	248.75	bc
T9	UNCP	246.25	de
T5	Altigracia	245.50	de
T2	Cholo fuerte	242.75	def
T11	Sacacatani	241.75	def
T10	Seccelambra	240.00	ef
T8	SLP-1	239.50	ef
T14	Yunguyo -2	237.00	f
T13	Yunguyo-1	235.75	f
T12	Vilquechico	225.50	g
T4	SCG-22	221.25	g

Figura1. Periodo vegetativo de cultivares de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en Puno, Perú.



3.2 RENDIMIENTO DE GRANO

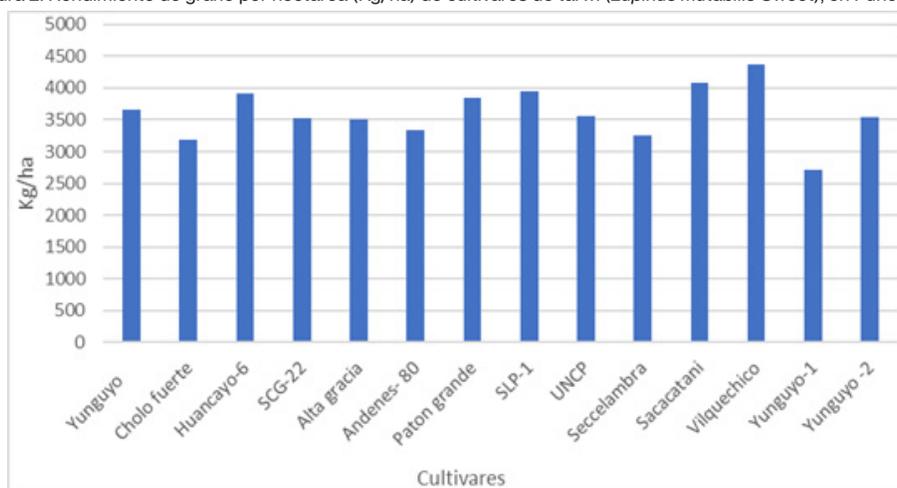
Debido al crecimiento simpodial del tarwi, el rendimiento de grano, está determinado por la producción del eje central y de las ramas primarias, puesto que en el altiplano peruano, la producción de ramas secundarias y terciarias no llegan a formar grano, por la presencia de heladas durante la madurez y por el mayor período vegetativo que alcanzan en estas condiciones, ya que la producción es netamente bajo secano, sólo con la presencia de precipitaciones pluviales durante su desarrollo y también por las condiciones climáticas y de altura de la zona (Mujica, 2018).

Se observa en la Tabla 3 y Figura 2, que los cultivares: Vilquechico, Sacacatani y SLP-1, son los más rendidores en grano con: 4,363, 4073, 3,951 Kg/ha respectivamente, debido a su potencial genético propio e interacción adecuada con el ambiente del altiplano peruano, los que mostraron también mayor rendimiento por eje central y ramas primarias, con valores similares a los encontrados en las accesiones del banco de germoplasma de la UNA- Puno (Sancho, 2011). Los cultivares: Yunguyo 1, Cholo fuerte fueron los de menor rendimiento con: 2,720 y 3,181 Kg/ha respectivamente, debido a que no mostraron su potencial productivo en condiciones de Camacani, además por ser tardíos, baja producción del eje central y ramas primarias, siendo afectados por las heladas del mes de mayo, coincidiendo los rendimientos con resultados de investigaciones efectuadas en los valles interandinos de Perú (Mujica *et al.*, 2002).

Tabla 3. Rendimiento del eje central (g), rendimiento ramas primarias (g), rendimiento total por planta (g), rendimiento por hectárea (Kg/ha), diámetro de grano(cm) de cultivares de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), en Puno, Perú.

Clave	Nombre cultivar	Rendimiento eje central / planta(g)	Rendimiento ramas primarias /planta(g)	Rendimiento eje central y ramas primarias/planta (g)	Diámetro de grano (cm)	Rendimiento grano /ha.(Kg/ha) /Nivel de significancia de Duncan
T12	Vilquechico	30.02	39.79	69.81	0.78	4363.13 a
T11	Sacacatani	34.15	31.03	65.18	0.81	4073.75 ab
T8	SLP-1	28.06	35.17	63.23	0.77	3951.88 ab
T3	Huancayo-6	33.24	29.31	62.55	0.89	3909.38 bc
T7	Paton grande	32.27	29.36	61.63	0.90	3851.88 c
T1	Yunguyo	30.40	28.19	58.59	0.86	3661.88 c
T9	UNCP	28.50	28.50	57.00	0.82	3562.50 cd
T14	Yunguyo -2	29.06	27.61	56.67	0.81	3541.88 d
T4	SCG-22	28.50	27.86	56.36	0.85	3522.50 d
T5	Altigracia	27.57	28.44	56.01	0.83	3500.63 d
T6	Andenes- 80	30.90	22.46	53.36	0.86	3335.00 e
T10	Seccelambra	25.93	26.07	52.00	0.76	3250.00 ef
T2	Cholo fuerte	31.01	19.89	50.90	1.08	3181.25 ef
T13	Yunguyo-1	23.18	20.35	43.53	0.74	2720.63 g

Figura 2. Rendimiento de grano por hectárea (Kg/ha) de cultivares de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), en Puno, Perú.



3.3 PROTEÍNA, ACEITE E HIDRATOS DE CARBONO

El contenido de proteína del grano de tarwi, si bien es cierto, depende del potencial genético de cada cultivar, también está influenciado por la fertilidad del suelo y por el aporte de nutrientes nitrogenados y eficiencia de fijación de Nitrógeno atmosférico efectuado por las bacterias nitrificantes propias del tarwi como es el *Rhizobium lupini*, manifestado por la cantidad de nódulos en la raíz y con abundancia de leg de hemoglobina (Mujica *et al.*, 2001).

En la Tabla 4 y Figura 3, se observa que los cultivares: Huancayo-6, Andenes-80 y Yunguyo-2, son los que presentan mayor contenido de proteína en las semillas, con 48.8, 48.6 y 48.4 % respectivamente, lo que los convertiría en los cultivares de mayor producción de proteína de altura, teniendo color de semilla blanca, con similares contenidos que la Soya (Baer *et al*, 1994; Caicedo y Peralta, 2001); siendo los cultivares: SCG-22, Altagracia con 44.6 y 44.7 % de proteína respectivamente, los que tienen menor contenido de proteína, debido al potencial genético propio de cada cultivar y manifestada en condiciones agroclimáticas del altiplano peruano; actualmente la proteína del tarwi, está siendo muy apreciada por ser cultivo orgánico, puesto que en el altiplano peruano se siembra en suelos pobres y marginales, sin aplicación de fertilizantes químicos ni pesticidas debido al que el contenido de alcaloides (Esparteína, Lupinina, Lupanidina) le da sabor amargo al grano y a la planta, que la protege de las plagas y por la altura en la que se siembra (3,850 msnm), la incidencia de enfermedades es escasa (Mujica, 1990).

El contenido de aceite de tarwi, varió de 14.1 a 23.5 %, siendo los cultivares: Vilquechico y Patón grande con 23.5 y 21.5 % los que presentaron mayor contenido de aceite en las semillas, mientras que los cultivares: Yunguyo y Yunguyo 1, mostraron menor contenido de aceite con 14.1 % ambos (Tabla 4 y Figura 3); esto se relaciona con el tamaño del embrión, debido a que estas sustancias grasas se encuentran mayormente en el embrión de la semilla, aquellas con mayor contenido en aceite fueron las que presentaron embrión más grande (Mujica, 1994a).

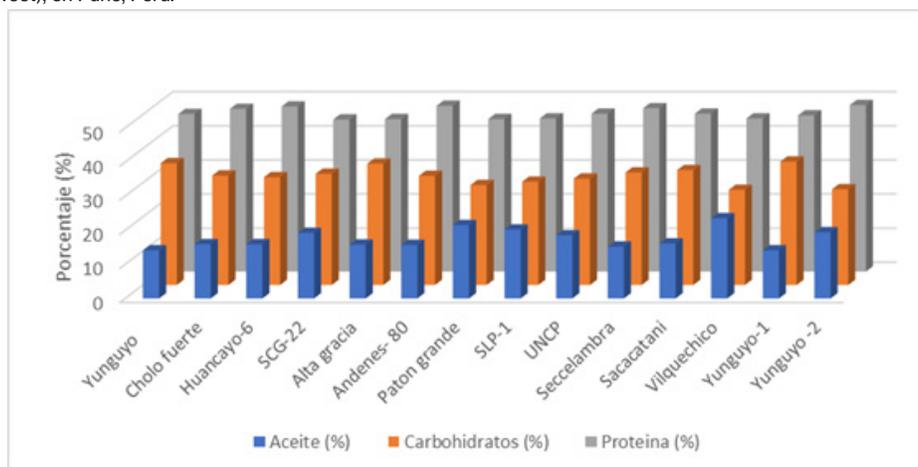
El contenido de Hidratos de Carbono, varió de 28.1 a 36.2 %, siendo Yunguyo-2 el de menor contenido, con semilla de color blanco y mayor contenido, Yunguyo-1 con semilla color marrón, no existiendo influencia del color de semilla en el contenido de hidratos de carbono (Wallace *et al.*, 1998).

Tabla 4. Contenido de proteína (%), aceite (%), hidratos de carbono (%) y color de semilla de cultivares de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), en Puno, Perú.

Cultivares	Proteína (%)	Aceite (%)	Hidratos de Carbono (%)	Color de semilla
T1: Yunguyo	46,2%	14,1%	35,7%	Blanco
T2: Cholo fuerte	47,7%	15,9%	32,1%	Blanco
T3: Huancayo-6	48,4%	15,9%	31,6%	Blanco
T4: SCG-22	44,6%	19,2%	32,6%	Blanco
T5: Altagracia	44,7%	15,8%	35,6%	Blanco
T6: Andenes- 80	48,6%	15,7%	32,0%	Blanco
T7: Paton grande	44,7%	21,5%	29,3%	Blanco
T8: SLP-1	44,9%	20,2%	30,3%	Blanco
T9: UNCP	46,3%	18,5%	31,2%	Blanco

Cultivares	Proteína (%)	Aceite (%)	Hidratos de Carbono (%)	Color de semilla
T10: Seccelambra	47,9%	15,2%	33,0%	Blanco media luna
T11: Sacacatani	46,3%	16,1%	33,7%	Blanco
T12: Vilquechico	44,9%	23,5%	27,9%	Marrón
T13: Yunguyo-1	45,8%	14,1%	36,2%	Marrón
T14: Yunguyo -2	48,8%	19,4%	28,1%	Blanco

Figura 3. Contenido de Aceite (%), Carbohidratos (%) y Proteína (%) de cultivares de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), en Puno, Perú.



4 CONCLUSIONES

Los cultivares utilizados, provienen de las principales zonas productoras de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) del Perú, variando su procedencia en altitud desde, los 2641 (Otuzco- La Libertad) hasta 3826 msnm (Yunguyo, Puno), forma de cultivo (tradicional y mecanizada), utilización en la alimentación (Con testa y sin testa) y nombre nativo (tarwi, tauri, chocho).

El cultivar más precoz de tarwi y seleccionado para condiciones climáticas del altiplano peruano, es el SCG-22, procedente de Kayra, Cusco, con 221 días de período vegetativo, de grano blanco, preferido por los consumidores ciudadanos y el más tardío el cultivar Huancayo-6, con 263 días, procedente de Junín, que sería el menos indicado para el altiplano puneño.

Los cultivares: Vilquechico y Sacacatani son los más rendidores en grano con: 4,363, 4073 Kg/ha respectivamente, debido a su potencial genético propio e interacción adecuada con el ambiente del altiplano peruano, mientras que: Yunguyo 1 y Cholo fuerte, mostraron menor rendimiento con: 2,720, 3,181 Kg/ha respectivamente.

Los cultivares: Huancayo-6 y Andenes-80, son los que presentan mayor contenido de proteína en las semillas con 48.8 y 48.6 % respectivamente, siendo los cultivares de mayor producción de proteína de altura; mientras que SCG-22 y Altagracia con 44.6 y 44.7 % de proteína respectivamente, los que tienen menor proteína. En contenido de aceite, los cultivares: Vilquechico y Patón grande con 23.5 y 21.5 % son los que presentan mayor contenido de aceite en sus semillas, mientras que: Yunguyo y Yunguyo 1, mostraron menor cantidad de aceite con 14.1 % ambos, recomendando sembrar los primeros con fines oleaginosos en el altiplano peruano.

Para las condiciones del altiplano peruano, se selecciona los cultivares: Vilquechico (Puno), con rendimiento de grano de 4,363 Kg/ha, 225 días de período vegetativo, 45 % de proteína, 23.5% de aceite en sus semillas, y Sacacatani (Puno) con 4,073 Kg/ha, 241 días de período vegetativo, 46 % de proteína y 16% de aceite, siendo recomendados para la zona altiplánica y podrían tener mejor comportamiento en zonas más benignas del Perú.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC International. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analysis Chemist. 16th Edition, 5th Revision, Gaithersburg, USA, 1999.

Baer, D. von., Lamperti, L., Baer, E. von., Vath, D., Hashagen, U., Mujica, A., Bartholdi, T., Álvarez, M., Trugo, L.C. Potencial of *L. mutabilis* in comparison with *L. albus* in south Chile and in the Andean Highland. In: Advances in Lupin Research, Proceeding of the VII International Lupin Conference, Evora, Portugal. 18-23 abril 1993. J.M. Neves Martins & Beirao da Costa (Editors). Evora, Portugal. 1994. pp. 304-311.

Caicedo, C. y Peralta, E. El Cultivo del Chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet). Fitonutrición, Enfermedades y Plagas en el Ecuador. Quito, Ecuador. Editorial Tecnigrava. 2001. pp. 1-35.

CIRF- CONSEJO INTERNACIONAL DE RECURSOS GENETICOS-. Descriptores de *Lupinus*. Secretaría Ejecutiva del CIRF, FAO. AGP: IBPGR/80/48. Roma, Italia. 1981. pp. 33-65.

Coillo, G.A. Caracterización morfológica y agronómica de 124 accesiones de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) del Banco de Germoplasma-CIP-Camacani, Puno. Tesis. Ing. Agro. Escuela de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 2014. 62 p.

Jacobsen, S.E. y Mujica, A. Geographical distribution of the Andean lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet). In: Book of Proceedings of the 7th ESA. Congress: European Agriculture in a global context. KVL, Copenhagen, Denmark, 11-15 July 2004. 2004. pp. 931-932.

Jacobsen, S.E. y Mujica, A. El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y sus parientes silvestres. En: Botánica económica de los andes centrales. Ed. Moraes, M., Ollgaard, B., Kvist, L.P., Borchsenius, F. and Balslev, H. (eds). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. 2006. pp. 458-482.

Mujica, A. Advances in *Lupinus mutabilis* Sweet Research in Peru. In: VI International Lupin Conference. Proceedings. Temuco, Pucón, Chile, November 25-30. D. von Baer (editor). Asociación Chilena del Lupino, GTZ. Temuco, Chile. 1990. pp. 95.

Mujica, A. Andean grains and legumes. In: Hernando Bermejo, J.E. and León, J. (eds.) *Neglected Crops: 1492 From a Different Perspective*. Plant Production and Protection Series No. 26. FAO, Rome, Italy. 1994. pp. 131-148.

Mujica, A. Potencial del Tarwi dulce "Inti" (*Lupinus mutabilis* Sweet) en los Andes Peruanos. En: Resúmenes: VIII Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos y su proyección al tercer milenio. 21-26 marzo 1994. Agro sur. Volumen 22, marzo 1994. Valdivia, Chile. 1994a. pp. 6.

Mujica, A. Rol de las comunidades indígenas en el desarrollo y uso sustentable de los recursos fitogenéticos en los países de América Latina y el Caribe: Caso Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). In: *Proceeding: VII Simposio de Recursos Genéticos para América Latina y el Caribe*, 28–30 October, Pucón, Chile. 2009. pp. 107–108.

Mujica, A. Conocimientos y prácticas tradicionales indígenas en los Andes para la adaptación y disminución de los impactos del cambio climático. In: *Compilación de Resúmenes Workshop: Indigenous Peoples, Marginalized Populations and Climate Change: Vulnerability, Adaptation and Traditional Knowledge*, 19–21 July 2011, IPMPCC, México, D.F. 2011.

Mujica, A. Cultivo del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). En: *Cultivo de Fabáceas andinas y Oleaginosas*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. Editorial El Altiplano. Puno, Perú. 2018. pp. 4-32.

Mujica, A. y Moscoso, G. La planta del tarwi. En: *Lupinus mutabilis* (Tarwi): Leguminosa andina con gran potencial industrial. A. Zavaleta (comp.). 1ra. Edición. Lima. Fondo Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 2018. pp. 9-40.

Mujica, A., Huapaya, F., Rodríguez, M., Pino, S., Apaza, V. Catálogo de cultivos andinos: Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). Universidad Nacional del Altiplano, Escuela de Postgrado, IBPGR. Editorial Universitaria. Puno, Perú. 1991. 19 p.

Mujica, A., Jacobsen, S.E. & Izquierdo, J. Andean Lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet) Forty Year research in Peru. In: 10th International lupin conference: Wild and cultivated lupins from the tropics to the poles. Program and Abstract Book. Lincoln: Alburn University. 2002. pp.106.

Mujica, A. S.E. Jacobsen, R. Ortiz, A. Canahua, N. Galvez, V. Apaza. Investigaciones en Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú, CARE-PERÚ, Embajada Real de los Países Bajos, INIA. 2001. 92 p.

Mujica, A., Moscoso, G. Zavaleta, A., Canahua, A., Chura, E., Pocco, M., Vignale, D. Estado del Arte del tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet): Perspectivas y desafíos. En: V Congreso mundial de la quinua y granos andinos y Simposio Internacional de Granos andinos. San Salvador de Jujuy, 27-29 mayo 2015, Editorial Universidad de Jujuy. EDIUNJU. 2015.

Pérez, A. Determinación de la precocidad y fijación de Nitrógeno total de 5 líneas precoces y una variedad del cultivo de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). Tesis. Ing. Agr°. Escuela de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 2013. 58 p.

Sancho, E. Evaluación de características agronómicas de 80 accesiones de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) del Banco de Germoplasma, Camacani, Puno. Tesis. Ing. Agro. Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 2011. 57 p.

Tapia, M. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. FAO. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 1997. pp. 75-88.

Wallace, C.; B. J. Buirchell & M.E. Tapia. Lupin. *Lupinus* sp. Promoting the conservation and use neglected crops. 23. Institute of Plant Genetic and Crop Plant Research. Gatersleben/ International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy. 1998. pp. 36-41.

CONTRIBUCIONES DE AUTOR

Á. Mujica, E. Chura, G. Moscoso: Conceptualización, Metodología, Investigación, Redacción, Revisión y Edición, Supervisión.

D. Chuquimia y T. Romero: Investigación, Redacción, Revisión y Edición.

A. Astete: Software, validación, análisis formal, investigación, Revisión.

E. Calandri y P. Montoya: Investigación, Análisis químico de composición proximal, Revisión.

CAPÍTULO 2

FUNCTIONALITY AND PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF THE CHIRIMOYA FLOUR (*ANNONA CHERIMOLA* *MILLER*) CV. CUMBE

Data de submissão: 09/02/2021

Data de aceite: 26/02/2021

Erick Alvarez-Yanamango

Pontifical Catholic University of Peru
Agroindustrial Technologies and Processes
Research Group (ITEPA)
Lima- Perú
CV
<https://orcid.org/0000-0002-9414-1167>

Roberto Chuquilín-Goicochea

National University of Huancavelica
Faculty of Agricultural Sciences
Huancavelica – Perú

Fredy Huayta Socantaype

Pontifical Catholic University of Peru
Agroindustrial Technologies and Processes
Research Group (ITEPA)
Lima- Peru

Gladys Arias Arroyo

National University of San Marcos
Bromatology Laboratory
Faculty of Pharmacy and Biochemistry
Lima- Peru

ABSTRACT: The objective of the study was to take advantage of the fruits of cherimoya (*Annona cherimola* Miller), which presented

low caliber for fresh marketing and that would allow obtaining a flour with adequate physicochemical and functional properties for the food industry. For this, the fruits of up to 3 days of collecting were manually conditioned to obtain their pulp, which was laminated to 3 ± 1 mm thick and dehydrated in a convective dryer at 50°C and an air velocity of ~ 3 m / s, until constant weight. Subsequently, it was ground and sieved using an 80 mesh to obtain cherimoya flour (HCh). The results expressed as the mean \pm SD of at least three independent experiments; where aw values of 0.332 ± 0.025 , the humidity of $12.04 \pm 1.23\%$, pH of 5.46 ± 0.05 and °Brix of 20.00 ± 0.01 were obtained. The analysis of the CIELab Color coordinates for the HCh found a luminosity (L^*) of 87.9 ± 0.9 , a^* value of 1.5 ± 0.3 and a b^* value of 14.3 ± 2.0 , defining a yellowish-white color. The functionality tests yielded values of apparent density (ρ_a) of 0.4746 ± 0.019 , compacted density (ρ_c) of 0.5514 ± 0.0123 , cohesiveness by the Hausner Ratio (HR) of 1.1623 and fluidity by Carr index (CI) of 13.94%; values that give “low cohesiveness” and “very good fluidity” to HCh. Likewise, the solubility index (ISA), water absorption index (IAA) and the oil retention capacity (CRA) determined obtained valuables of $27.10 \pm 2.55\%$, 2.6036 ± 0.2466 g H₂O / g and 1.0742 ± 0.0930 g oil / g, respectively. In conclusion, cherimoya

Flour has physicochemical and functional properties that make possible to use as a substitute input for other commercial flours used in various food matrices.

KEYWORDS: *Annona cherimola* Miller. Cherimoya flour. Functional properties.

FUNCIONALIDADE E PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA FARINHA DE CHIRIMOYA (*Annona cherimola* Miller) CV. Cumbe

RESUMO: O objetivo do estudo foi aproveitar os frutos da cherimoya (*Annona cherimola* Miller), que apresentavam baixo calibre para comercialização in natura e que permitiriam obter uma farinha com propriedades físico-químicas e funcionais adequadas para a indústria alimentícia. Para isso, os frutos com até 3 dias de coleta foram condicionados manualmente para a obtenção de sua polpa, que foi laminada a 3 ± 1 mm de espessura e desidratada em secador convectivo a 50°C e velocidade do ar de ~ 3 m / s, até peso constante. Posteriormente, foi moído e peneirado em malha 80 para obtenção da farinha de cherimoya (HCh). Os resultados expressos como a média \pm DP de pelo menos três experimentos independentes; onde foram obtidos valores de a_w de $0,332 \pm 0,025$, umidade de $12,04 \pm 1,23\%$, pH de $5,46 \pm 0,05$ e $^\circ$ Brix de $20,00 \pm 0,01$. A análise das coordenadas de cores do CIELab para o HCh encontrou uma luminosidade (L^*) de $87,9 \pm 0,9$, valor a^* de $1,5 \pm 0,3$ e valor b^* de $14,3 \pm 2,0$, definindo uma cor branco amarelada. Os testes de funcionalidade renderam valores de densidade aparente (ρ_a) de $0,4746 \pm 0,019$, densidade compactada (ρ_c) de $0,5514 \pm 0,0123$, coesividade pela Razão de Hausner (HR) de 1,1623 e fluidez pelo índice de Carr (CI) de 13,94%; valores que conferem “baixa coesão” e “fluidez muito boa” ao HCh. Da mesma forma, o índice de solubilidade (ISA), índice de absorção de água (IAA) e capacidade de retenção de óleo (CRA) determinados obtiveram valores de $27,10 \pm 2,55\%$, $2,6036 \pm 0,2466$ g H₂O / ge $1,0742 \pm 0,0930$ g óleo / g, respectivamente. Em conclusão, a Farinha de Cherimoya possui propriedades físico-químicas e funcionais que possibilitam sua utilização como substituto de outras farinhas comerciais utilizadas em diversas matrizes alimentares.

PALAVRAS-CHAVE: *Annona cherimola* Miller. Propriedades funcionais da farinha de Cherimoya.

1 INTRODUCTION

Cherimoya, scientifically known as *Annona cherimola* Miller, is a fruit that grows in the valleys of the provinces of Lima (Peru). It is a very digestive and nutritious fruit, characterized by its high water content. It has many particular characteristics given to the harmonic combination in its composition of acids and sugars. The last one is product of starch reduction during post-harvest maturation, with glucose (11.75%) and sucrose (9.4%) as predominant sugars (Kawamata, 1977); while the main organic acids in its composition are citric and malic acid. This combination results in pulp fruit with pleasant and extremely sweet taste when it reaches its physiological maturity (24° Brix) that consumption focused on its ripe state.

Although the cherimoya may have limitations in its processing, mainly due to the high phenolic oxidation and its tendency to darkening, the industrial products derived from this pulp are diverse and is very commonly used in the production of ice cream, beverages, and pastry products. Another great limitation is its rapid post-harvest maturity that can generate large losses in the fresh fruit trade, which increases the logistics processes for its conservation and trade due to the application of the cold chain. To which is added the factor of the sale price in the fresh state, which is related to quality criteria such as the selection by calibration, size, weight, etc. All these factors can generate a 60% discard of the national production of Peru (Lira Segura J. , 2014)

In this sense, in fruits that have a limited shelf life, the development of methods for their conservation is important to avoid losses and add value. Dehydration results in an adequate technique to achieve this objective (Verma, Singh, Kaur, Mishra, & Rai, 2015) and is commonly used at industrial scale to obtain high-moisture raw material flours, such as cherimoya.

Flour production is an alternative to prolong the shelf life of some food products, as can reduce free water and obtain less water activity; additionally, reduces undesirable physicochemical changes and the growth of microorganisms. Besides, it allows the product to have a better commercial value and adequate handling, reducing the energy costs of storage (Cuq, Rondet, & Abecassis, 2011). However, when food is dehydrated, an imbalance pressure occurs within the product, (Bejar, Kechaou., & Mihoubi, 2011), which can cause pharmacological alterations and affect the quality of fruits; in chemical, physical and functional terms, depending on drying techniques. For example, the color of fruit pulp wastes has been affected after drying at different drying temperatures using a conventional oven (Rosnah, Nur Farhana, Amin, & Nik Suhaila, 2015), while when using the technique of lyophilization, the resulting changes are minimal.

For this reason, this research studies the physicochemical and functional properties of cherimoya flour (HCh) obtained by conventional drying method, as an alternative to preserve the fruit and contribute to its value chain.

2 MATERIALS Y METHODS

2.1 VEGETAL MATERIAL

Cherimoya fruits (*Annona cherimola* Miller cv. Cumbe) were collected during the May-August harvest period, from the San Mateo de Otao producing Community of the Province of Huarochirí (Lima, Peru), which was arranged daily following its collection for processing in flour at the Industrial Process Laboratory of the Pontifical Catholic University of Peru (Lima).

2.2 CHERIMOYA FLOUR PRODUCTION

The cherimoya green fruits were washed with running water and disinfected by immersion in a solution of sodium hypochlorite (100 ppm) for 5 minutes. Subsequently, they were manually stripped with a stainless steel knife and divided into 20 mm slices to facilitate the removal of the seeds. The pulp fractions were suspended in a 0.1% (w / v) sodium bisulfite solution and then laminated with the help of a stainless steel mandolin to obtain slices of 3 ± 1 mm.

The slices were evenly distributed on the surface of the equipment tray (300 mm x 300 mm) and placed in a convective dryer that operated at $50 \pm 2^\circ\text{C}$ and an air velocity of 3 m/s, until a constant weight was reached. Dehydrated pulp was ground in a knife grinder (Bosch, MKM6003, Slovenia), and then screened using meshes of 80 or more mesh (RETSCH, ASTM E11, Germany). The flour contained between the 80-100 meshes, with particle sizes between 150 and 179 μm , was packaged in nylon-PE bags to preserve it until analysis.

2.3 PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES

2.3.1 Water activity and moisture (%)

The HCh a_w was measured with a water activity measuring device (NOVASINA, LabSwift-aw, SPAIN). While, the moisture content was measured by drying in a forced convection oven (MEMMERT, UN30, Germany) at 105°C until obtaining a constant weight (Li, Zhang, & Bhandari, 2019).

2.3.2 pH y total soluble solids

The pH of HCh has measured following (Suntharalingam & Ravindran, 1993) method with some modifications. A suspension of 4% (w / v) HCh was made, at room temperature, stirred for 5 min in a vortex shaker for 30 min. The supernatant was transferred to a beaker for measure pH by a calibrated potentiometer (CRISON, Basic 20, SPAIN). Total soluble solids (TSS) were measured in the same supernatants using a digital refractometer (KRUSS, DR201-95, GERMANY). The results were expressed as $^\circ\text{Brix}$.

2.3.3 CIELab color

For the measurement of the color of HCh, the CIELab coordinates obtained from a colorimeter (KONICA MINOLTA, CR 400, JAPAN) were used, using the illuminant D65 and the observer of 10° , following the method reported by (Su, Zhang, Bhandari, & Zhang,

2018). The color measurements were expressed in terms of brightness L^* from 0 to 100 (degree of lightness) and the parameters a^* (degree of redness and greenness) and b^* (degree of yellowness and blueness).

2.4 FUNCTIONAL PROPERTIES

2.4.1 Apparent density and compacted density

The HCh apparent density (ρ_a) was determined by measuring the weight of the HCh and the corresponding volume. Approximately 1 g of HCh was transferred to a 10 mL graduated cylinder. The apparent density was calculated by dividing the mass of the HCh by the volume occupied in the graduated cylinder. For compacted density (ρ_c), the graduated specimen was struck at a constant volume with a glass rod. The volume of HCh was measured and used in the mass calculation between volume to obtain the compacted density (Jinapong, Suphantharika, & Jamnong, 2008).

2.4.2 Carr index (fluency) and Hausner ratio (cohesion)

The fluency and cohesion of HCh were expressed in terms of the Carr Index (CI) (Carr, 1965) and Hausner Ratio (Hausner, 1967), respectively. Both CI and HR were calculated from the apparent (ρ_a) and compacted (ρ_c) densities of HCh as shown in the following equations:

$$CI = \frac{\rho_c - \rho_a}{\rho_c} \times 100 \dots \text{(Ec. 1)}$$

$$HR = \frac{\rho_c}{\rho_a} \dots \text{(Ec. 2)}$$

The fluidity of the powders with IC <15 is classified as “very good”; 15 <CI <20 as “good”; 20 <CI <35 as “regular”; 35 <CI <45 as “bad” and CI > 45 as “very bad” (Carr, 1965). Powders with RH below 1.2 are classified as a “low cohesivity” group; with HR between 1.2 and 1.4 it is considered as “intermediate cohesiveness” and HR of more than 1.4 is considered “high cohesivity” (Hausner, 1967).

2.4.3 Water solubility index (WSI) and Water absorption index (WAI)

The water solubility index (WSI) and water absorption index (WAI) of HCh were performed according to Rodríguez-Ambriz, Martínez-Ayala, Millán, & Dávila-Ortiz (2005) with some modifications. 1 g of HCh (P_0) was mixed with 35 mL of distilled water, at room temperature. The mixture was homogenized with a vortex shaker (KGEMMY Industrial Corp,

VM300P, TAIWAN), at a maximum level for 5 minutes, then the solution was transferred to a previously weighed 50 mL centrifuge tube; the tube was left at room temperature for 1 hour and centrifuged at 4390 rpm for 20 minutes in a centrifuge (THERMO FISHER, CL10, GERMANY). The tube was drained at an angle of 45 ° for 10 minutes in a previously weighed Petri dish. The Petri dish supernatant was dried for 12 h at 105 ° C until constant weight, (P_1). The WSI was calculated by dividing the dry mass of the supernatant (P_1) by the sample mass of HCh used in the test (P_0), expressed as a percentage. The WAI was calculated as the difference between the centrifuged precipitate mass (P_2) and the HCh sample mass used in the test (P_0) divided by the HCh sample mass used in the test (P_0).

$$WAI = \frac{P_1}{P_0} \dots (\text{Ec. 3})$$

$$WSI = \frac{(P_2 - P_0)}{P_0} \times 100 \dots (\text{Ec. 4})$$

2.4.4 Oil retention capacity (ORC)

To determine the oil retention capacity (ORC), the Rodríguez - Ambriz et al. (2008) method was used, 25 mL of olive oil was mixed with 1 g of HCh (P_0), placed on a vortex shaker (KGEMMY Industrial Corp, VM300P, TAIWAN) for 2 minutes and incubated at room temperature for 1 hour. The tube was centrifuged at 4390 rpm for 20 min. The supernatant was decanted and the tube was drained for 10 minutes at a 45 ° angle. The centrifuged precipitate was weighed (P_3), and the ORC was calculated as g of oil per g of HCh sample, as follows:

$$ORC = \frac{(P_3 - P_0)}{P_0} \dots (\text{Ec. 5})$$

2.5 STATISTICAL ANALYSES

All measurements and analyses were performed in triplicate. The results were expressed as mean \pm standard deviations, using MS Excel (2016).

3 RESULTS AND DISCUSSIONS

3.1 PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES

The physicochemical properties (water activity, moisture, pH, soluble solids) of HCh are presented in Table 1. Moisture content and water activity of powder products are critical properties that may affect other physical and chemical properties of food. In

addition, they are critical factors for shelf life and stability of food. The values obtained for humidity (12.04 ± 1.23) and water activity (0.332 ± 0.03) were within the limits for safe storage. In relation to these, (lombor & Olaitan, 2014), (Li, Zhang, & Bhandari, 2019) and (Soquetta, et al., 2016), reported a moisture content, lower than HCh, in sour sop flour (*Annona muricata*), dry yam and ripe kiwi bagasse, with values of $8.10 \pm 0.06\%$, $6.94 \pm 0.13\%$ and $9.18 \pm 0.28\%$, respectively. Regarding the water activity that HCh presented, it was higher than *Marolo Annona crassiflora* flour (0.176 ± 0.00) (Corrêa, et al., 2011) and for ripe kiwi bagasse (0.44) (Soquetta, et al., 2016). Despite this, HCh can be considered a stable food considering that deterioration reactions occur when water activity is greater than 0.65 for most foods (Ethur, Zanatta, & Schlabit, 2010).

The pH results (5.46 ± 0.05) were similar to those reported for green and marolo banana flour with pH values of 5.06 and 5.42, respectively (Alkarkhi, Bin Ramli, Yong, & Easa, 2011) (Corrêa, et al., 2011).

Soluble HCh solids had a value of 20.00 ± 0.01 °Brix, much higher values than those reported for green banana flour that had 0.74 ± 0.09 ° Brix (Savlak, Türker, & Yesilkanat, 2016). Similarly, (Alkarkhi, Bin Ramli, Yong, & Easa, 2011) reported values of 1.22 ± 0.14 °Brix for green banana flour and 4.26 ± 0.24 °Brix for banana flour mature. The response in the °Brix of the HCh is mainly due to the fact that the fruit of the cherimoya at the time of its collection comes to present between 6 and 8 °Brix, reaching 25 °Brix in its senescence (data not shown), with the Dehydration increases to the total solids content, and also the soluble ones (° Brix).

Table 1. Results of the physicochemical evaluation of cherimoya flour (HCh) and those reported for flours of other fruits.

Fruit	Physicochemical properties			
	a_w	H %	pH	°Brix
<i>Annona cherimola</i> Miller (In this study)	$0,332 \pm 0,03$	$12,04 \pm 1,23$	$5,46 \pm 0,05$	$20,00 \pm 0,01$
<i>Annona crassiflora</i> (Corrêa, et al., 2011)	$0,176 \pm 0,00$	4.2 ± 0.87	$5,42 \pm 0,06$	NR
<i>Annona muricata</i> (lombor & Olaitan, 2014)	NR	$8,10 \pm 0,06$	NR	NR
<i>Musa spp. AAA cv Cavendish</i> verde (Savlak, Türker, & Yesilkanat, 2016)	0.424 ± 0.015	9.07 ± 0.347	5.665 ± 0.011	0.58 ± 0.035
<i>Musa acuminata</i> L., cv <i>cavendshii</i> verde (Alkarkhi, Bin Ramli, Yong, & Easa, 2011)	NR	NR	$5,06 \pm 0,52$	$1,22 \pm 0,14$
<i>Musa acuminata</i> L., cv <i>cavendshii</i> maduro (Alkarkhi, Bin Ramli, Yong, & Easa, 2011)	NR	NR	$5,13 \pm 0,29$	$4,26 \pm 0,24$

Values are means \pm standard deviation of at least three repetitions. NR, value not reported.

Regarding the color presented by the HCh (Table 2), the value of L^* was 87.9 ± 0.90 , a brightness value close to white (Mathias-Rettig & Ah-Hen, 2014). This value

was similar to yam flour that registered an L^* of 87.74 ± 0.09 reported by (Li, Zhang, & Bhandari, 2019) and that green banana flour (*Musa* spp. AAA) obtained by lyophilization and dried with dry air at $55\text{ }^\circ\text{C}$ that registered luminosity values of 85.00 ± 0.346 and 84.62 ± 1.18 , reported by (Savlak, Türker, & Yesilkanat, 2016) and (Ahmed, Thomas, & Khashawi, 2019) respectively. However, (Alkarkhi, Bin Ramli, Yong, & Easa, 2011) reports a lower luminosity for green and ripe banana flour, with a value of 74.18 ± 4.62 and 70.85 ± 2.53 , respectively, by which the flours derived from this banana species were significantly darker. This comparative color advantage is remarkable, given that the HCh had a high content of soluble solids and was dehydrated at $50\text{ }^\circ\text{C}$, while that obtained by (Alkarkhi, Bin Ramli, Yong, & Easa, 2011) had a lower content of soluble solids and was dehydrated at $60\text{ }^\circ\text{C}$. Therefore, it is likely that the use of antioxidant has not been effective, favoring the Maillard reaction and the high enzymatic activity of the polyphenol oxidase present in the banana that could contribute to a certain degree of enzymatic browning (Thipayarat, 2007). Enzymatic browning of bananas is a well-known problem, although also in cherimoya, the use of sodium bisulfite as an antioxidant result being effective for this type of *Annona*. Finally, in terms of color, the parameters a^* (red-green axis) and b^* (yellow-blue axis) of the HCh presented values of a^* of 1.50 ± 0.30 , which tends to neutral and $b^* 14.30 \pm 2.00$, which tends to yellow, both values added to the L^* value, define it with a yellowish-white color.

Table 2. Results of colorimetric parameters of cherimoya flour (HCh) and those reported for flours of other fruits.

Fruit	L^*	a^*	b^*	Chroma	Hue angle
<i>Annona cherimola</i> Miller (In this study)	$87,9 \pm 0,90$	$1,50 \pm 0,30$	$14,30 \pm 2,00$	$14,40 \pm 2,00$	$84,20 \pm 0,03$
<i>Annona crassiflora</i> (Corrêa, et al., 2011)	$71,20 \pm 0,17$	NR	NR	$37,91 \pm 0,16$	$73,60 \pm 0,00$
<i>Mangifera indica</i> verde (Noor Aziah, LeeMin, Rajeev, & Lai Hoong, 2012)	$72,37 \pm 0,20$	$-3,32 \pm 0,05$	$33,71 \pm 0,07$	$33,88 \pm 0,06$	$95,62 \pm 0,09$
<i>Musa</i> spp.AAA cv <i>Cavendish</i> verde (Savlak, Türker, & Yesilkanat, 2016)	$85,00 \pm 0,346$	$1,83 \pm 0,059$	$11,81 \pm 0,125$	$11,95 \pm 0,131$	$81,18 \pm 0,216$
<i>Musa</i> spp. AAA cv <i>Mountain Verde</i> (Ahmed, Thomas, & Khashawi, 2019)	$84,62 \pm 1,18$	$1,29 \pm 0,03$	$11,54 \pm 0,14$	NR	NR
<i>Musa acuminata</i> L., cv <i>cavendshii</i> verde (Alkarkhi, Bin Ramli, Yong, & Easa, 2011)	$74,18 \pm 4,62$	$2,53 \pm 0,78$	$17,36 \pm 0,78$	NR	NR
<i>Musa acuminata</i> L., cv <i>cavendshii</i> maduro (Alkarkhi, Bin Ramli, Yong, & Easa, 2011)	$70,85 \pm 2,53$	$3,2 \pm 0,80$	$14,15 \pm 2,59$	NR	NR

Values are means \pm standard deviation of at least three repetitions. NR, value not reported.

3.2 FUNCTIONAL PROPERTIES

The apparent density, the compacted density, the Hausner ratio and Carr index of HCh are recorded in Table 3. (Goula, Adamopoulos, & Kazakis, 2004) Explained that the decrease in these parameters is due to the adhesion of the particles during dehydration and by agglomeration of the product. On the other hand, (Abdullah & Geldart, 1999) assert that free-flowing powders have lower consolidation properties, while a fine and cohesive powder collapses rapidly due to tapping.

The HCh had an apparent density of $0.475 \pm 0.019 \text{ g}\cdot\text{cm}^3$, values similar to that recorded for other anonaceous flour such as soursop *Annona muricata* ($0.421 \pm 0.001 \text{ g}\cdot\text{cm}^3$) that was reported by (Iombor & Olaitan, 2014), however it was lower than marolo flour *Annona crassiflora* reported by (Corrêa, et al., 2011) who reported density values of $1.38 \pm 0.09 \text{ g}\cdot\text{cm}^3$. This difference may be due to the particle size of the flours, since the study worked with a particle size of 150 and 179 μm , while the other authors do not report the particle size of their respective flours. On the other hand, in flours of other fruits such as green bananas have an apparent density of $0.251 \pm 0.00 \text{ g}\cdot\text{cm}^3$ when their grain size is less than 212 μm (Savlak, Türker, & Yesilkanat, 2016). This value was much lower than reported by (Rayo, y otros, 2015) who reported values of apparent density of $0.515 \text{ g}\cdot\text{cm}^3$ for green banana flour of the Nanicão variety.

Regarding the compacted density of the HCh, a value of 0.551 ± 0.012 was found, a value that is between that recorded for green banana flour 0.652 and 0.403 $\text{g}\cdot\text{cm}^3$, reported by (Savlak, Türker, & Yesilkanat, 2016) and (Rayo, y otros, 2015). The density value was being important in the development of the products since insoluble or instant foods a higher density is desirable since it facilitates the dispersibility of the product (Padmashree, 1987)

The results obtained for the cohesiveness by the Hausner ratio (HR) of 1.1623 and the fluidity by the Carr Index (CI) of 13.94%; they are values that give “low cohesiveness” and “very good fluidity” to HCh (Hausner, 1967) (Carr, 1965). The ratio of a good flow capacity with small particle sizes can be explained by a large surface area per unit mass of dust. There is more contact surface area between dust particles available for cohesive forces and frictional forces to resist flow (Fitzpatrick, Iqbal, Delaney, Twomey, & Keogh, 2004). Therefore, intermolecular forces are strengthened, reducing the ease of dust flow. Other authors such as (Savlak, Türker, & Yesilkanat, 2016) found in green banana flour that, the Carr index changed between 18.3% and 20.95% and the Hausner ratio between 1.22 and 1.27 in the green banana flour, which presented an intermediate fluidity.

Table 3. Apparent and compacted density of cherimoya flour (HCh) and those reported for flours of other fruits

Fruit	Functional properties			
	ρ_a (g·cm ³)	ρ_c (g·cm ³)	HR	CI, %
<i>Annona cherimola</i> Miller (In this study)	0,475 ± 0,019	0,551±0,012	1,162	13,940
<i>Annona crassiflora</i> (Corrêa, et al., 2011)	1,38 ± 0,09	NR	NR	NR
<i>Annona muricata</i> (lombor & Olaitan, 2014)	0,421 ± 0.001	NR	NR	NR
<i>Mangifera indica</i> verde (Noor Aziah, LeeMin, Rajeev, & Lai Hoong, 2012)	0.69 ± 0.01	NR	NR	NR
<i>Musa spp.AAA cv Cavendish</i> verde (Savlak, Türker, & Yesilkanat, 2016)	0,251 ± 0,00	0.403 - 0,65	1,22-1,27	18,3 – 20,95

Values are means ± standard deviation of at least three repetitions. NR, value not reported.

On the other hand, the interaction between water and HCh as well as the formation of flour gel, is of great importance in the processing and application of flour. The hydration properties of flour and gel formation are usually affected by the drying method (Fig. 1). For HCh obtained by convective drying at 50 °C, they are presented in Table 4.

The solubility index (Corrêa, et al., 2011) (WSI) found for HCh was 27.10 ± 2.55%, relatively high compared to that found for hot air-dried yam flour (11.21%) (Li, Zhang, & Bhandari, 2019). The authors argue that the yam suffered a thermal effect that destroyed the internal cell structure and starch structure to some extent. Therefore, the low molecular weight amylose was leached, which resulted in a high content of free starch and a greater solubility. Likewise, in comparison to the flour of another anonaceous such as guanabana, it was only slightly higher (20.1 ± 0.06), having in common that both underwent dehydration by hot air at 50 °C. In the opposite way, (Corrêa, et al., 2011) report a higher WSI value for marolo flour (*Annona crassiflora*) 43.87 ± 0.93%. Even the same authors confirm that the dehydration technique significantly influences this parameter, finding a WSI value of 51.87 ± 3.21% when dehydrated by lyophilization (Fig. 1A).

On the other hand, in other fruits of another genus the ISA of the HCh was superior for both green banana flour (7.8 ± 2.55%) (Savlak, Türker, & Yesilkanat, 2016) and that of Thai rice flour “Riceberry” (2.03 ± 0.15%) (Wiriyawattana, Suwonsichon, & Suwonsichon, 2018).

Table 4. Functional properties of cherimoya flour (HCh) and those reported for flours of other fruits.

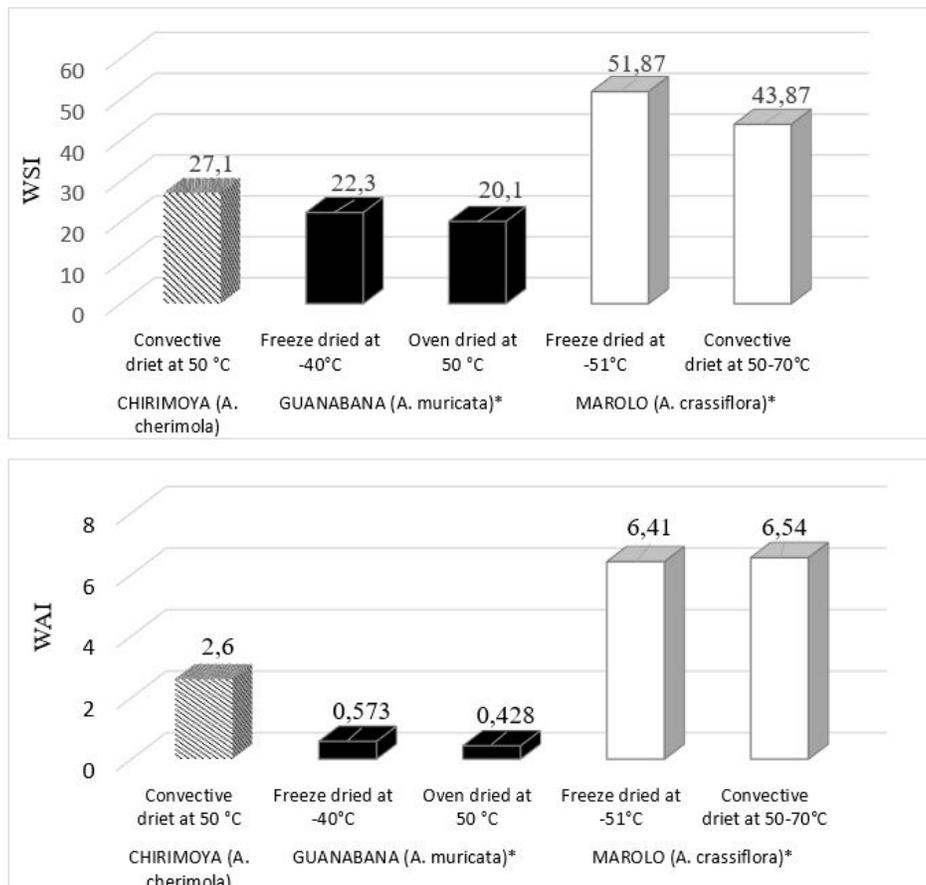
Fruit	Functional properties		
	WSI, %	WAI, g H ₂ O/g	CRA, g aceite/g
<i>Annona cherimola</i> Miller (In this study)	27,10 ± 2,55	2,60 ± 0,25	1,07 ± 0,09
<i>Annona crassiflora</i> (Corrêa, et al., 2011)	43,87 ± 0,93	6,54 ± 0,20	NR
<i>Annona muricata</i> (lombor & Olaitan, 2014)	20,1 ± 0,06	0,428 ± 0,002	0,186 ± 0,002
Riceberry sin tratamiento (Wiriyawattana, Suwonsichon, & Suwonsichon, 2018)	6.99±0.07	2.03±0.15	NR
<i>Ñame chino</i> (Li, Zhang, & Bhandari, 2019)	11.21 ± 0.36	4.46 ± 0.17	NR
<i>Mangifera indica</i> verde (Noor Aziah, LeeMin, Rajeev, & Lai Hoong, 2012)	NR	0.54 ± 0.24	0.20 ± 0.04
<i>Musa acuminata</i> L., cv <i>cavendshii</i> verde (Alkarkhi, Bin Ramli, Yong, & Easa, 2011)	NR	5,66 ± 0,17	0,50 ± 0,07
<i>Musa acuminata</i> L., cv <i>cavendshii</i> maduro (Alkarkhi, Bin Ramli, Yong, & Easa, 2011)	NR	1,71 ± 0,10	0,82 ± 0,04
<i>Musa spp.AAA</i> cv <i>Cavendish verde</i> (Savlak, Türker, & Yesilkanat, 2016)	0,074 ± 0,00	2,922 ± 0,004	1,804 ± 0,002

Values are means ± standard deviation of at least three repetitions. NR, value not reported.

Table 4 shows the water absorption rate and oil retention capacity. The water absorption rate of HCh was 2.60 ± 0.25 , this property measures the volume occupied by the starch granule after swelling in excess water (Ortiz, Carvalho, Ascheri, Ascheri, & Andrade, 2010). Many researchers report that the rate of water absorption is influenced by the degree of disintegration of native starch granules and is related to the physical state of starch, dietary fiber and proteins in fruit meal (Alkarkhi, Bin Ramli, Yong, & Easa, 2011). Comparatively, the WAI of the HCh was significantly lower for the green banana flour reported by (Savlak, Türker, & Yesilkanat, 2016) and (Alkarkhi, Bin Ramli, Yong, & Easa, 2011), with a value of $3,702 \pm 0.061$ and 5.66 ± 0.17 g H₂O / g, respectively. The same behavior occurs when compared with the flour of other fruits such as yam (4.46 ± 0.17) and rice berry (2.03 ± 0.15), reported by (Li, Zhang, & Bhandari, 2019) and (Wiriyawattana, Suwonsichon, & Suwonsichon, 2018), respectively. In the case of yam, it is a fruit whose flour has a starch content of $64.23 \pm 1.02\%$, thereby increasing its WAI; while HCh has a starch content of between 28-37%, being higher when it is dehydrated on the same day of fruit collection (data not shown). Also, with respect to the WAI of other anonas, marolo flour presented a value of 6.54 ± 0.20 g H₂O / g (Corrêa, et al., 2011), greater than HCh and soursop flour (Fig. 1B); this phenomenon is likely due to the high content of dietary fiber that marolo flour has (18.59%). For (Savlak, Türker, & Yesilkanat, 2016), the result of lower water absorption index usually belong to finer particles, and that is explained by the collapse of the fiber matrix because of the size reduction.

Another functional property of HCh is the oil retention capacity, which had a value of 1.07 ± 0.09 . This value was much lower than green banana flour ($3,680 \pm 0,001$) (Savlak, Türker, & Yesilkanat, 2016). In this regard, (Rodríguez-Ambriz, Martínez-Ayala, Millán, & Dávila-Ortiz, 2005) reported that this property is related to the hydrophilic nature of the starch existing in green banana flour and is mainly due to the physical capture of oil within the starch structure through non-covalent bonds.

Fig. 1. Effects of drying techniques on the functionality of Annonaceae pulp flours (A) WSI: water solubility index, (B) WAI: water absorption index. * Average values of Guanabana and Marolo obtained from (Iombor & Olaitan, 2014) and (Corrêa, et al., 2011), respectively.



4 CONCLUSIONS

In this study, the functionality and physicochemical properties of cherimoya flour were investigated, and useful information was provided for its commercial applications, to be used thickeners or substitute flour in the food industry, with emphasis on the bakery

industry, promoting its industrialization and reinforcing the value chain of the fruit. For further work, it is expected to explore its nutraceutical properties, as it contains a high content of natural antioxidants; as well as, the influence of particle size on rheological properties and their behavior in the design of new products.

REFERENCES

- Abdullah, E., & Geldart, D. (1999). The use of bulk density measurements as flowability indicators. *Powder Technology*, *102*, 151–165.
- Ahmed, J., Thomas, L., & Khashawi, R. (2019). Influence of hot-air drying and freeze-drying on functional, rheological, structural and dielectric properties of green banana flour and dispersions. *Food Hydrocolloids*, *99*.
- Alkarkhi, A., Bin Ramli, S., Yong, Y., & Easa, A. (2011). Comparing physicochemical properties of banana pulp and peel flours prepared from green and ripe fruits. *Food Chemistry*, *129*, 312–318.
- Bejar, A., K. N., & Mihoubi, N. (2011). Effect of microwave treatment on physical and functional properties of orange (*Citrus sinensis*) peel and leaves. *Journal of Food Processing & Technology*, *2*(2), 1000109.
- Carr, R. (1965). Evaluation flow properties of solids. *Chem Eng Sci*, *72*, 163-168.
- Corrêa, S., Clerici, M., Garcia, J., Ferreira, E., Eberlin, M., & Azevedo, L. (2011). Evaluation of dehydrated marolo (*Annona crassiflora*) flour and carpels by freeze-drying and convective hot-air drying. *Food Research International*, *44*, 2385–2390.
- Cuq, B., Rondet, E., & Abecassis, J. (2011). Food powders engineering, between knowhow and science: Constraints, stakes and opportunities. *Powder Technology*, *208*, 244–251.
- Ethur, E., Zanatta, C., & Schlabit, C. (2010). Avaliação físico-química e microbiológica de farinhas obtidas a partir de vegetais não conformes à comercialização. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, *21*(3), 459–468.
- Fitzpatrick, J., Iqbal, T., Delaney, C., Twomey, T., & Keogh, M. (2004). Effect of powder properties and storage conditions on the flowability of milk powders with different fat contents. *Journal of Food Engineering*, *435–444*.
- Goula, A., Adamopoulos, K., & Kazakis, N. (2004). Influence of spray drying conditions on tomato powder properties. *Drying Technology*, *22*, 1129–1151.
- Hausner, H. (1967). Friction conditions in a mass of metal powder. *Int J Powder Metall*, *3*, 7-13.
- Iombor, T. T., & Olaitan, I. N. (2014). Proximate Composition, Antinutrient Content and Functional Properties of Soursop Flour as Influenced by Oven and Freeze Drying Methods. *Current Research in Nutrition and Food Science*, *2*(2), 106-110.
- Jinapong, N., Supphantharika, M., & Jamnong, P. (2008). Production of Instant Soymilk Powders by Ultrafiltration, Spray Drying and Fluidized Bed Agglomeration. *J Food Eng*, *84*, 194-205.
- Kawamata, S. (1977). Bulletin studies on determining the sugar composition of fruits by gas-liquid chromatography. *Agricultural Experimental Station Tokio*, *10*, 53-67.

- Kouser, S. H., Kareem, A., & Kshirsagar, R. P. (2017). Physicochemical characterization of starch obtained from fruits of *Annona reticulata* Linn. (Annonaceae). *Int. Res. J. Pharm*, 8(4), 113-120.
- Li, L., Zhang, M., & Bhandari, B. (2019). Influence of drying methods on some physicochemical, functional and pasting properties of Chinese yam flour. *LWT - Food Science and Technology*, 111, 182-189.
- Lira Segura, J. (Ed.). (21 de mayo de 2014). *Diario Gestión*. Recuperado el 15 de Agosto de 2015, de El 60% de chirimoya puede utilizarse para hacer productos con valor agregado: <http://gestion.pe/economia/60-chirimoya-puede-utilizarse-hacer-productos-valor-agregado-2097979>
- Lira Segura, J. (21 de Mayo de 2014). *Diario Gestión*. Obtenido de Gestion.pe: <http://gestion.pe/economia/60-chirimoya-puede-utilizarse-hacer-productos-valor-agregado-2097979>
- Mathias-Rettig, K., & Ah-Hen, K. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agro Sur*, 42(2), 39-48.
- Noor Aziah, A. A., LeeMin, W., Rajeev, B., & Lai Hoong, C. (2012). Evaluation of processed green and ripe mango peel and pulp flours (*Mangifera indica* var. Chokanan) in terms of chemical composition, antioxidant compounds and functional properties. *J Sci Food Agric*, 557-563.
- Nwokocha, L., & Williams, P. (2009). New starches: Physicochemical properties of sweetsop (*Annona squamosa*) and soursop (*Annona muricata*) starches. *Carbohydrate Polymers*, 78, 462-468.
- Ortiz, Carvalho, Ascheri, Ascheri, & Andrade. (2010). Effect of sugar and water contents on non-expanded cassava flour extrudates. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30(1), 205-212.
- Padmashree, T. S. (1987). Effect of traditional processing on the functional properties of cowpea (*Vigna catjang*) flour. *J. Food Sci. Technol.*, 24, 221-225.
- Rayo, L., Carvalho, L., Sardá, F., Dacanal, G., Menezes, E., & Tadini, C. (2015). Production of instant green banana flour (*Musa cavendishii*, var. Nanicão) by a pulsed-fluidized bed agglomeration. *LWT - Food Science and Technology*, 63, 461-469.
- Rodríguez-Ambriz, S., Islas-Hernández, J., Agama-Acevedo, E., Tovar, J., & Bello-Pérez, L. (2008). Characterization of a fiber-rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour. *Food Chemistry*, 107, 1515-1521.
- Rodríguez-Ambriz, S., Martínez-Ayala, A., Millán, F., & Dávila-Ortiz, G. (2005). Composition and functional properties of *Lupinus campestris* protein isolates. *Plant Foods for Human Nutrition*, 60(3), 99-107.
- Rosnah, S., Nur Farhana, A., Amin, I., & Nik Suhaila, N. (2015). Effect of oven drying on the colour of pomelo fruit waste. *The 8th Asia-Pacific drying conference (ADC 2015)*, (págs. 359-365). Kuala Lumpur.
- Savlak, N., Türker, B., & Yesilkanat, N. (2016). Effects of particle size distribution on some physical, chemical and functional properties of unripe banana flour. *Food Chemistry*, 213, 180-186.
- Soquetta, M., Stefanello, F. S., Huerta, K. d., Monteiro, S., Rosa, Claudia, & Terra, N. (2016). Characterization of physicochemical and microbiological properties, and bioactive compounds, of flour made from the skin and bagasse of kiwi fruit (*Actinidia deliciosa*). *Food Chemistry*, 199, 471-478.
- Su, Y., Zhang, M., Bhandari, B., & Zhang, W. (2018). Enhancement of water removing and the quality of fried purple-fleshed sweet potato in the vacuum frying by combined power ultrasound and microwave technology. *Ultrasonics Sonochemistry*, 44, 368-379.

Suntharalingam, S., & Ravindran, G. (1993). Physical and biochemical properties of green banana flour. *Plt Foods for Human Nutr*, 43, 19–27.

Thipayarat, A. (2007). Quality and physiochemical properties of banana paste under vacuum dehydration. *International Journal of Food Engineering*, 3(4), 1-6.

Verma, M., Singh, J., Kaur, D., Mishra, V., & Rai, G. (2015). Effect of various dehydration methods and storage on physicochemical properties of guava powder. *Journal of Food Science & Technology*, 52, 528–534.

Wiriyawattana, P., Suwonsichon, S., & Suwonsichon, T. (2018). Effects of drum drying on physical and antioxidant properties of riceberry flour. *Agriculture and Natural Resources*, 52, 445-450.

CAPÍTULO 3

EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE HARINA OBTENIDA DE LA TORTA RESIDUAL DE SACHA INCHI (*PLUKENETIA VOLUBILIS* L.) PARA SU POTENCIAL USO EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO¹

Data de submissão: 24/03/2021

Data de aceite: 16/04/2021

Leidy Andrea Carreño Castaño

Ingeniera Agroindustrial
Esp. En Gerencia en Salud Ocupacional
Instituto Universitario de la Paz-UNIPAZ
Escuela de Ingeniería Agroindustrial
Km 14 vía Bucaramanga
Campus Universitario Santa Lucia
Barrancabermeja, Santander, Colombia
leydi.carreno@unipaz.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-4374-5235>

Seidy Julieth Prada Miranda

Ingeniera Agroindustrial
Instituto Universitario de la Paz-UNIPAZ
Escuela de Ingeniería Agroindustrial
Km 14 vía Bucaramanga
Campus Universitario Santa Lucia
Barrancabermeja, Santander, Colombia
Sejupra12@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6213-5363>

Cristian Giovanni Palencia Blanco

Ingeniero Químico
M.Sc. en Ingeniería Química
Instituto Universitario de la Paz-UNIPAZ
Escuela de Ingeniería Agroindustria
Km 14 vía Bucaramanga, Campus
Universitario Santa Lucia
Barrancabermeja, Santander, Colombia
Cristian.palencia@unipaz.edu.co
<https://orcid.org/0000-0001-9912-1061>

Mónica María Pacheco Valderrama

Ingeniera de Alimentos
M.Sc. Ciencia y Tecnología de Alimentos
cPh.D. en Gestión
Instituto Universitario de la Paz-UNIPAZ
Escuela de Ingeniería Agroindustrial
Km 14 vía Bucaramanga
Campus Universitario Santa Lucia
Barrancabermeja, Santander, Colombia
Monica.pacheco@unipaz.edu.co
<https://orcid.org/0000-0003-2051-4589>

Ana Milena Salazar Beleño

Ingeniera Agroindustrial
Esp. Aseguramiento de la Calidad e
Inocuidad Agroalimentaria
Escuela de Ingeniería Agroindustrial
Km 14 vía Bucaramanga
Campus Universitario Santa Lucia
Barrancabermeja, Santander, Colombia
ana.salazar@unipaz.edu.co
<https://orcid.org/0000-0001-7592-2550>

Héctor Julio Paz Díaz

Ingeniero Agroindustrial
Esp. Gerencia en seguridad
Riesgos Laborales y Salud en el trabajo
Instituto Universitario de la Paz-UNIPAZ
Escuela de Ingeniería Agroindustrial
Km 14 vía Bucaramanga
Campus Universitario Santa Lucia
Barrancabermeja, Santander, Colombia
hector.paz@unipaz.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-3278-7667>

¹ El artículo fue Publicado en **Italian Journal of Food Science, supl. SIAL 2019: 6th Simposio Internacional Agroalimentario: IJFS; Pinerolo** (2019): 69-78.

Luz Elena Ramirez Gómez

Ingeniera Agroindustrial
Mg. Gerencia de Programas Sanitarios en Inocuidad Alimentaria
Unidades Tecnológicas de Santander, Tecnología Gestión Agroindustrial
Av. Los Estudiantes #9-82, Bucaramanga, Santander
elenaramirez@correo.uts.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-5386-1256>

Adriana Patricia Casado Perez

Ingeniera Agroindustrial
Instituto Universitario de la Paz-UNIPAZ
Escuela de Ingeniería Agroindustrial
Km 14 vía Bucaramanga
Campus Universitario Santa Lucia
Barrancabermeja, Santander, Colombia
adrianacasado11@yahoo.com
<https://orcid.org/0000-0003-4794-6461>

RESUMEN: En el proceso de extracción del aceite de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.), se obtiene una torta residual que es considerada como desecho. De esta torta es posible obtener una harina. Se realizó una caracterización fisicoquímica (humedad, cenizas, proteína, grasas, fibra, análisis de grupos funcionales por espectrofotometría infrarroja) y microbiológica (bacterias mesofilicas, coliformes fecales, mohos y levaduras, estafilococos, bacilos, salmonella) de la torta residual y a la harina de Sacha inchi, con el objetivo de validar su potencial aplicación como alimento en la dieta del ser humano. Para la torta residual se reportaron valores de contenido proteico de 46.04%, fibra 3.46%, grasa 16.03%, y del análisis microbiológico el recuento de bacterias mesofilicas fue de 40 ufc/g y el recuento de coliformes fecales fue menor de 3 mic/g. Así mismo, para la harina se reportaron valores de contenido proteico de 54.56%, fibra 4.79%, grasa 15.46%. En relación con el análisis microbiológico, el recuento de bacterias mesofilicas fue de 80 ufc/g y recuento de coliformes fecales fue menor de 3 mic/g. Por lo anterior, confirmado que la harina obtenida a partir de la torta residual presenta las características nutricionales adecuadas para elaborar productos de consumo humano. Se elaboró un producto alimenticio tipo brownie, 100% con harina de sachá inchi, Para el manejo del sabor astringente, se sometió a tratamientos térmicos de 60, 70 80, 90° C por tres horas a la harina y se encontró que la astringencia desaparecía al someterla a 80°C.

PALABRAS CLAVE: Sacha inchi. Harina. Caracterización. Espectrofotometría. Análisis microbiológico.

PHYSICO-CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL EVALUATION OF FLOUR OBTAINED FROM SACHA INCHI (*PLUKENETIA VOLUBILIS* L.) RESIDUAL CAKE FOR ITS POTENTIAL USE IN THE AGRI-FOOD SECTOR

ABSTRACT: In the process of extracting Sacha inchi oil (*Plukenetia volubilis* L.), a residual cake is obtained that is considered as waste. From this cake it is possible to

obtain a flour. A physicochemical characterization (humidity, ash, protein, fat, fiber, analysis of functional groups by infrared spectrophotometry) and microbiological characterization (mesophilic bacteria, fecal coliforms, molds and yeasts, staphylococci, bacilli, salmonella) of the residual cake and flour of Sacha inchi, with the aim of validating its potential application as a food in the diet of the human being. For the residual cake, protein content values of 46.04%, fiber 3.46%, fat 16.03%, and microbiological analysis were reported. The mesophilic bacteria count was 40 cfu / g and the fecal coliform count was less than 3 mic / g. Likewise, for the flour, protein content values of 54.56%, fiber 4.79%, fat 15.46% were reported. In relation to the microbiological analysis, the mesophilic bacteria count was 80 cfu / g and the fecal coliform count was less than 3 mic / g. For the above, confirmed that the flour obtained from the residual cake, has the appropriate nutritional characteristics to produce products for human consumption. A food product type brownie, 100% sachá inchi flour was developed, For the management of astringent taste, it was subjected to thermal treatments of 60, 70, 80, 90 ° C for three hours to the flour and it was found that the astringency disappeared when subjected to 80 ° C.

KEYWORDS: Sacha inchi. Flour. Characterization. Spectrophotometry. Microbiological analysis.

1 INTRODUCCIÓN

Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L) es una planta nativa de la Amazonía peruana, la cual posee una semilla oleaginosa con alto contenido de ácidos grasos linoléico (omega 3), linoleico (omega 6) y oleico (omega 9); en comparación con otras plantas como la soya, maní, algodón y girasol (Betancourth, 2013). Esta misma semilla contiene también aminoácidos esenciales (aquellos que el cuerpo no sintetiza por sí mismo y que son necesarios en la dieta) y cantidades importantes de minerales (Gutiérrez 2011), razón por la cual existe gran interés en su cultivo e industrialización (Gómez, 2005).

A partir de la semilla de Sacha Inchi se extrae aceite, el cual es empleado principalmente en la industria alimentaria y cosmética; y adicionalmente, se obtiene un subproducto conocido como torta residual que conserva cualidades nutricionales de la semilla (Inducam, 2017). En la actualidad se usa como materia prima en la elaboración de concentrados y en otros casos es catalogado como desecho (Mondragón, 2009; Reátegui, 2010).

Debido al crecimiento en la agroindustria oleoquímica, el extracto de aceite de Sacha Inchi ha sido de gran interés por sus propiedades químicas, por lo que se ha explotado en gran proporción. Esta situación ha traído como consecuencia un exceso en la generación de torta residual como subproducto, hecho que representaría una problemática al medio ambiente y a la sociedad en donde se desarrolla esta actividad.

Teniendo en cuenta que a partir de la torta residual se obtiene un tipo de harina que posee distintas propiedades organolépticas en función del método empleado para

su obtención, en esta investigación se desea realizar una evaluación fisicoquímica y microbiológica de la torta residual y la harina obtenida, con el fin de conocer las características nutricionales y analizar su valor como producto potencial de consumo en la industria agroalimentaria.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

La caracterización fisicoquímica y microbiológica de la torta residual y la harina obtenida se realizó con los análisis de humedad, ceniza, proteína, grasa, fibra, grupos funcionales por espectrofotometría infrarroja y normas técnicas para análisis de pruebas microbiológicas. Por cada caracterización se realizaron 3 muestras.

La humedad se determinó por el método gravimétrico AOAC de 1990, mediante la cuantificación de la pérdida de masa al secar la muestra en un horno de secado Marca Memmert, modelo UM 100 a 105 °C. La cantidad de muestra empleada fue de 2000 g. Para determinar el porcentaje de humedad o Contenido Hídrico (CH) se utilizó la Ecuación (1) (Sánchez-Díaz y Aguirreolea 2000):

$$CH = \frac{m_i - m_s}{m_i} * 100 \quad (\text{Ec. 1})$$

donde CH es contenido hídrico, m_i masa inicial de la muestra y m_s masa de la muestra seca. Los resultados de la muestra se analizaron usando estadística descriptiva, para comprobar la exactitud de los datos.

Las cenizas se determinaron por diferencia de cenizas (AOAC 1990). Se emplearon dos muestras de 2000 g cada una en un crisol de porcelana. La calcinación se realizó en una mufla Marca Terrigeno, modelo L2 a 550 °C durante 2 horas. El cálculo de porcentaje de cenizas se encuentra en la ecuación (2):

$$\% \text{ de ceniza } (C) = \frac{m_2 - m_1}{m} * 100 \quad (\text{Ec. 2})$$

donde C es porcentaje de cenizas, m masa de la muestra, m_1 masa del crisol vacío, m_2 masa del crisol con cenizas y CH, Contenido Hídrico.

El contenido de grasas se determinó por hidrólisis ácida y Soxhlet (AOAC 1990). Se adicionó una muestra de 5 g en un matraz Erlenmeyer de 250 ml, junto con 10 ml de Agua y 10 ml de HCl (NTC 668). Para la extracción de grasa se utilizaron 50 cm³ de éter de petróleo anhidro durante 3 horas a baño maría, hasta verificar agotamiento de materia grasa. Para el método Soxhlet, la muestra hidrolizada y seca se incorporó en un matraz y se extrajo la grasa con éter de 6 a 8 horas, eliminando posteriormente el solvente en el evaporador rotatorio Marca IKA, modelo RV 10CS1. Para el cálculo de porcentaje de grasa, se emplea la ecuación (3):

$$\%Grasa\ cruda = \left(\frac{m_2 - m_1}{m}\right) * 100 \quad (\text{Ec. 3})$$

donde m es la masa de la muestra, m_1 masa del matraz vacío y m_2 masa del matraz con grasa. Los valores fueron promediados y expresados con 2 cifras significativas.

El contenido de proteína se determinó con el método Kjeldahl (AOAC 1984 y FAO 1986). La cantidad de muestra empleada fue de 1 g. El cálculo de proteína se encuentra en la ecuación (5):

$$N\ de\ la\ muestra\ (\%) = 100 * \left[\left(\frac{A * B}{C} \right) * 0.014 \right] \quad (\text{Ec. 4})$$

$$\%Proteína\ cruda = N\ de\ la\ muestra(\%) * 6.25 \quad (\text{Ec. 5})$$

donde A es la cantidad de ácido clorhídrico (ml) usado en la titulación, B Normalidad del ácido y C masa de la muestra (g).

En el cálculo de la cantidad de fibra (AOAC 2006) se empleó 2 a 3 g de muestra desengrasada y seca. La ecuación (6) muestra la operación realizada.

$$\%fibra\ cruda = 100 * \left(\frac{A - B}{C} \right) \quad (\text{Ec. 6})$$

donde A es la masa del crisol con el residuo seco (g), B masa del crisol con la ceniza (g) y C masa de la muestra (g). Todos los resultados de los cálculos anteriores se analizaron usando estadística descriptiva, para comprobar la exactitud de los datos.

Para la determinación de grupo funcionales, se empleó una muestra sólida de 100 g mezclada con 1 g de KBr puro. El equipo utilizado fue Shimadzu modelo IR Affinity-1, con una relación S/N 30000:1 y una resolución máxima de 0.5 cm^{-1} .

Finalmente, en la caracterización microbiológica se realizaron los análisis siguiendo las normas técnicas descritas en la tabla 1. Las muestras fueron sometidas al estudio de estabilidad en la cámara climática marca BINDER, modelo KBF 240.

Tabla 1. Normas técnicas para análisis e interpretación de pruebas microbiológicas y de micotoxinas en alimentos.

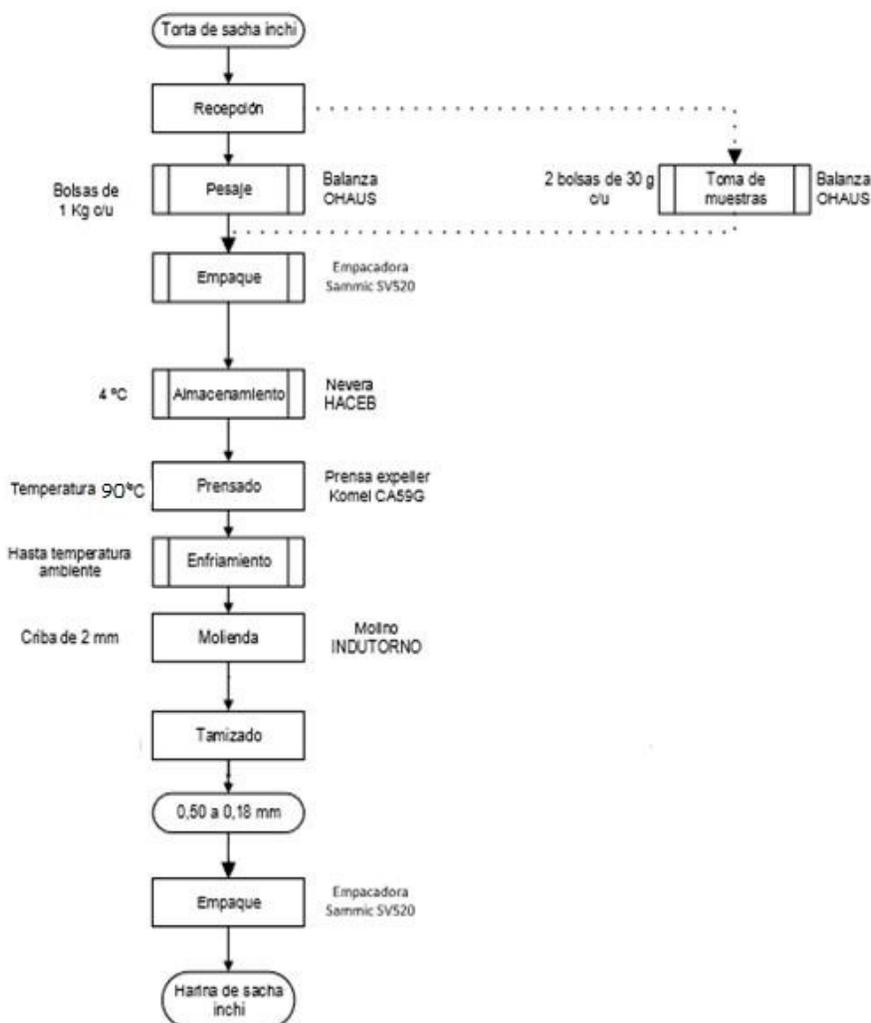
Análisis	Método
Recuento de aerobios mesófilos	NTC 4519 (2009)
Recuento de coliformes totales	NTC 4458 (2007)
Recuento de coliformes fecales	NTC 4458 (2007)
Detección de Salmonella	NTC 4574 (2007)
Recuento de hongos filamentosos	NTC 4132 (1997)
Recuento de levaduras	NTC 4132 (1997)
Recuento de <i>Estafilococos aureus</i> coagulasa positiva	NTC 4779 (2007)
Recuento de <i>Bacillus cereus</i>	NTC 4679 (2006)

Análisis	Método
Aflatoxinas totales	IN-GS-3,404
Deoxinivalenol (DON)	IN-GS-3,404

Fuente. Adaptado de ICONTEC, Normas para alimentos.

Para la obtención de harina a partir de la torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.), se realizaron: acondicionamiento de materia prima, molienda, tamizado y empaque. En la figura 1, se presenta el flujograma para obtención de harina a partir de la torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) proveniente del proceso de extracción del aceite por prensado en expeller, suministrada por un proveedor de la ciudad de Medellín.

Figura 1. Flujograma del proceso de obtención de harina de Sacha inchi.



Fuente. Autores

Teniendo en cuenta la revisión bibliográfica, la caracterización de la materia prima y el producto deseado, se estableció que el proceso de obtención de harina de Sacha Inchi a partir de la torta residual, debía constar de cuatro operaciones unitarias; acondicionamiento de materia prima, molienda, tamizado y empaque. Cabe aclarar que el proceso de acondicionamiento de la materia prima en prensa expeller no ejerce cambios fisicoquímicos en el producto obtenido.

Lo más importante del método es que no altera la estructura fisicoquímica del producto y admite su conservación sin cadena de frío, ya que su bajo porcentaje de humedad permite obtener un producto con elevada estabilidad microbiológica. Se sometió a cuatro temperaturas, las cuales son 60, 70, 80 y 90° C, luego se tamizó en cernidores para obtener harina de Sacha Inchi. Asimismo, el hecho de no requerir refrigeración facilita su distribución y almacenamiento.

Para la obtención del producto tipo Brownie se utilizó harina obtenida en el proceso de la presente investigación. Para la preparación del Brownie, se inició precalentando en horno a 180°C, se mezcló la mantequilla con el azúcar hasta que quedó una crema homogénea, se adicionó a la harina de Sacha Inchi y el polvo de hornear. Luego de tener la mezcla totalmente integrada en el recipiente, se le adicionó la leche y la cocoa y por último, se adicionaron arándanos y semillas de chía al gusto. Se vertió la mezcla ya batida en los recipientes de aluminio, previamente engrasados con mantequilla y se llevó al horno; luego de 30 min de revisión se retiró del horno.

Se llevó a cabo una prueba piloto o panel sensorial donde se realizó una degustación del producto con el cual se pretendió dar un valor agregado a la harina obtenida.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La pertinencia de realizar este estudio tuvo su principal eje en la poca información sobre la caracterización de la harina obtenida a partir de la torta residual de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L), cuyo conocimiento permitiría desarrollar investigaciones sobre las posibles aplicaciones que tendría esta harina en productos alimentarios. En relación con lo anterior se obtuvieron los siguientes resultados de la caracterización de la torta residual y la harina:

El valor medio de porcentaje de humedad para la torta residual fue de 6.02% \pm 0.17% y para la harina obtenida de la torta, 3.56% \pm 0.32%. Los resultados anteriores son acordes a la normatividad para productos secos, ya que se encuentran por debajo del 10%, esto permite concluir que dentro de la materia prima existen menores riesgos de contaminación microbiológica. Por otro lado, el menor valor de humedad en la harina es racional, teniendo en cuenta el proceso de prensado que se llevó a cabo para obtenerla.

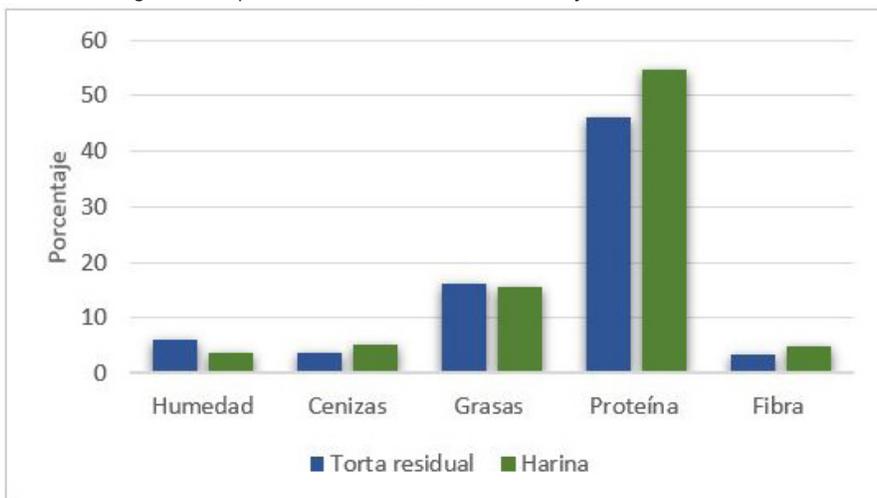
El contenido de cenizas en la torta residual fue de $3.85\% \pm 0.07\%$ y el de harina fue de $5.3\% \pm 0.25\%$, comparándolos con otras investigaciones sobre torta residual, 3.24% (Mondragón, 2009), 5.5% (Jagersberger, 2013) y 8.72% (Pascual y Mejía, 2000), se encuentra que siguen un comportamiento equivalente donde la variación de los valores puede ser debido a los contenidos de los suelos de cultivo, carga genética cultivada y capacidad de extraer nutrientes del suelo. El contenido de minerales en los alimentos debe ser aproximadamente 5% , por lo que los valores reportados en la investigación se encuentran en el rango admisible.

En la caracterización por contenido de grasas, la torta residual presentó un valor de $16.03\% \pm 4.35\%$ y en la harina fue de 15.46% . Los valores obtenidos para la torta residual difieren de otras investigaciones reportadas con valores de 37.33% (Mondragón, 2009), 19.9% (Jagersberger, 2013) y 8.72% (Pascual y Mejía, 2000), lo que puede ser debido a la variedad y región de cultivo de la planta de Sacha Inchi, además de los tiempos y método de extracción empleado.

El contenido de proteína en la torta residual fue de 46.04% , valor que es menor en comparación con otros datos reportados de 59% (Ruiz, 2013), 59.13% (Pascual y Mejía, 2000) y 51.76% (Jagersberger, 2013). Por otro lado, la harina obtenida de la torta residual reportó un valor de contenido proteico de 54.56% . Es importante que sea un valor alto, debido a que es el nutriente más importante en la dieta, a su vez, permite controlar la calidad de alimento que se estaría adquiriendo o suministrando con el uso de esta harina.

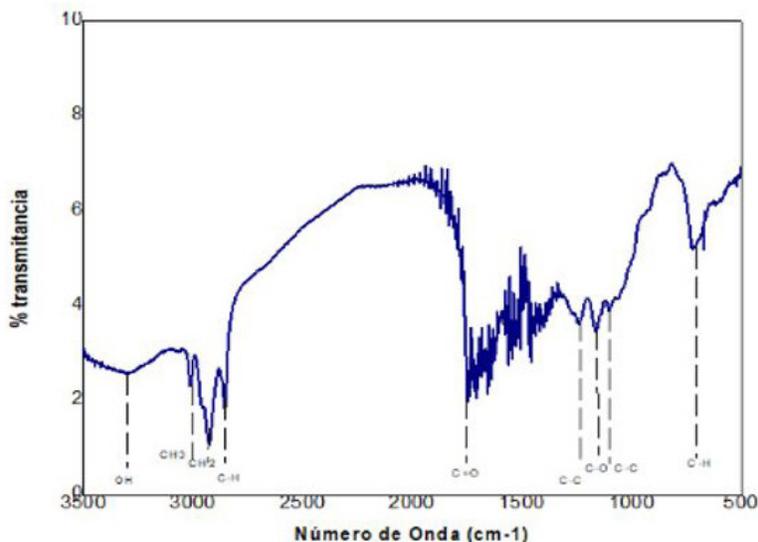
Los valores de contenido de fibra se obtuvieron luego de desarrollar el método que simula la digestión de estos compuestos polisacáridos. Para la torta residual se reportó un valor de 3.46% y para la harina, 4.79% . Comparados con otras investigaciones 3.16% (Mondragón, 2009), 4.50% (Ruiz, 2013) y 7.30% (Pascual y Mejía, 2000); los valores de esta investigación no tienen variación significativa, exceptuando a Pascual y Mejía. El consumo regular de fibra contribuye en la flora intestinal, así como a reducir absorción de colesterol y glucosa. Los valores presentados en la harina indican un contenido aceptable para consumo como alimento. En la figura 2, se muestra la comparación de resultados entre la torta residual y la harina, donde se destaca que el contenido de proteína en la harina fue un 18% mayor que la torta residual. La determinación de grupos funcionales por espectrofotometría IR se realizó con el fin de confirmar el valor nutricional, teniendo en cuenta los grupos funcionales de los carbohidratos, lípidos y proteínas. En la figura 3, se muestra el espectro infrarrojo de la torta residual, en los que sobresalen los picos ubicados a 3305 cm^{-1} , asociado a moléculas de agua, los picos a 3000 , 2920 y 2826 cm^{-1} , corresponden a la vibración de estiramiento asimétrico de los enlaces CH_3 , CH_2 y CH , relacionados con lípidos y carbohidratos.

Figura 2. Comparación caracterización torta residual y harina de Sacha Inchi



Fuente. Autores

Figura 3. Resultados espectro infrarrojo de la torta residual de Sacha Inchi



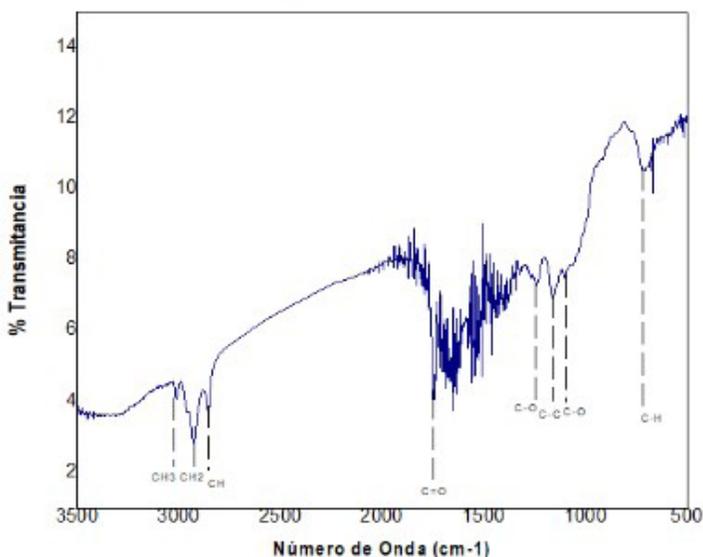
Fuente. Autores.

El pico con número de onda 1743 cm^{-1} se encuentra asociado con la vibración de estiramiento del enlace $\text{C}=\text{O}$ relacionado con proteínas. Se observaron tres picos en la región de 1230 , 1170 y 1100 cm^{-1} que se asocian con la vibración de estiramiento del enlace $\text{C}-\text{O}$, $\text{C}-\text{C}$ y $\text{C}-\text{O}$ que indica la presencia de carbohidratos. El pico 723 cm^{-1} está asociado a la vibración de balanceo del enlace $\text{C}-\text{H}$, indicando la presencia de carbohidratos. Estos resultados permiten dilucidar que la torta residual posee las especificaciones adecuadas

para ser la base de un alimento de alto valor nutricional debido a su contenido de carbohidratos, proteínas y lípidos.

En la figura 4, se muestra el espectro infrarrojo de la harina de Sacha Inchi donde se observaron tres picos a 3000, 2920 y 2826 cm^{-1} , asociados con la vibración de estiramiento asimétrico de los enlaces CH_3 , CH_2 y CH relacionados con lípidos y carbohidratos. Como se mencionó anteriormente, el pico con número de onda 1743 cm^{-1} se encuentra asociado con la vibración de estiramiento del enlace $\text{C}=\text{O}$ relacionado con proteínas.

Figura 4. Resultados espectro infrarrojo de la harina de Sacha inchi



Fuente. Autores.

También se observaron tres picos en la región de 1230, 1170 y 1100 cm^{-1} que se asocian con la vibración de estiramiento del enlace $\text{C}-\text{O}$, $\text{C}-\text{C}$ y $\text{C}-\text{O}$ que indica la presencia de carbohidratos mencionados anteriormente para la torta residual. El pico 723 cm^{-1} está asociado a la vibración de balanceo del enlace $\text{C}-\text{H}$, indicando la presencia de carbohidratos. Se observa que los espectros de la torta residual y de la harina son muy similares, lo que confirma que la harina obtenida de esta torta residual tiene potencial aplicación como alimento debido a su valor nutricional representado en el contenido de carbohidratos, proteínas y lípidos.

Los resultados de la caracterización microbiológica para la torta residual y la harina se muestran en la Tabla 2. Entre los datos reportados para la torta residual, se hallaron 40 $\text{ufc}\cdot\text{g}^{-1}$ de bacterias mesófilicas, valor entre el rango aceptable. Respecto a los coliformes

fecales, *Estafilococo coagulasa*, *Bacillus cereus* y mohos y levaduras se encontraron por debajo de los límites inferiores normales aceptados. Para el caso de la harina, se hallaron 80 ufc*g⁻¹ de bacterias mesofílicas, al igual que la torta, los valores están en el rango aceptable, por lo que se confirma su potencial para su aplicación agroalimentaria.

Tabla 2. Resultado análisis microbiológico de la torta residual y harina de Sacha inchi

Parámetro	Resultado	Límite inferior	Límite superior	Unidad	Técnica
Torta residual					
Bacterias mesofílicas	40	menos de 10	150000	ucf/g	Recuento en placa
Coliformes fecales	menos de 3	menos de 3	menos de 3	mic/g	NMP
<i>Estafilococo aureus</i> Coagulasa positiva	menos de 100	menos de 100	100	ucf/g	Recuento en placa BP
<i>Bacillus cereus</i>	menos de 100	menos de 100	1000	ucf/g	Recuento en placa Mossel
Mohos y levaduras	menos de 10	menos de 10	1500	ucf/g	Recuento en placa YGC
Harina					
Bacterias mesofílicas	80	menos de 10	300000	ucf/g	Recuento en placa
Coliformes fecales	menos de 3	menos de 3	menos de 3	mic/g	NMP
<i>Estafilococos aureus</i> Coagulasa positiva	menos de 100	menos de 100	2000	ucf/g	Recuento en placa BP
<i>Bacillus cereus</i>	menos de 100	menos de 100	1000	ucf/g	Recuento en placa Mossel
Mohos y levaduras	230	menos de 10	100	ucf/g	Recuento en placa YGC
Salmonella	negativo	negativo	negativo	ucf/25g	Salmosyst

Fuente. Autores.

La transformación de torta residual a harina se inició con la molienda, posteriormente es llevado a secado, se manejó cuatro temperaturas, las cuales son 60, 70, 80 y 90° C, luego se tamizó en cernidores para obtener harina de Sacha Inchi. Cuando la harina fue sometida a varias temperaturas, se modificaron algunas características organolépticas como olor, color y sabor. En el caso del olor y el sabor a mayor temperatura menos olor y sabor tenía, siendo favorable para el consumo humano. En el caso del color la relación es directamente proporcional a mayor temperatura mayor color, tornándose la harina más oscura como se evidencia en la figura 5.

Figura 5. Harina sometida a cuatro niveles temperatura para mejorar las características organolépticas. A) 60°C; B) 70°C; C) 80°C y D) 90°C.



Fuente. Autoras

La harina utilizada para la elaboración del Brownie se sometió a 80° C por tres horas para eliminar características indeseables, como la astringencia y el aroma; como técnica de conservación agroindustrial y de mejoramiento de la harina para consumo humano.

4 CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de la evaluación fisicoquímica permiten confirmar que la torta residual y la harina de Sacha Inchi, poseen un alto valor nutritivo y no tóxico para ser utilizado en formulaciones de mezclas nutritivas para productos alimentarios de consumo humano, revelando un valor agregado aplicable a este subproducto de la industria oleoquímica.

Las pruebas microbiológicas tanto en la torta residual como en la harina indicaron que son aptas para el consumo humano, sin ningún riesgo para la salud; especialmente estas características microbiológicas se mantienen debido a que la humedad en ambos casos se mantiene baja, lo cual impide la aparición de hongos saprofitos y patógenos.

Los resultados en el proceso de tratamiento térmico a la harina para conservación o almacenamiento mostraron que a menor temperatura (60°C) el color se mantiene estable, pero a medida que aumenta la temperatura en el tratamiento de la harina, esta tiende a cambiar, tomando una tonalidad oscura.

El aroma presenta una relación inversamente proporcional con la temperatura, a menor temperatura prácticamente no desaparece, pero al elevarla, el aroma en las muestras va cambiando hasta casi desaparecer a 90°C.

El someter la harina a tratamientos térmicos, permitió determinar que tratamiento mejoraba las características organolépticas y recomendar un tratamiento para el manejo de la harina a nivel agroindustrial.

5 AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Instituto Universitario de la Paz-UNIPAZ por su apoyo y disponibilidad del Laboratorio de Biotecnología Agroindustrial (LBA) para el desarrollo de algunas pruebas de laboratorio, a la esp. Lía Zamara Mora Vergara por su apoyo en las pruebas fisicoquímicas.

BIBLIOGRAFÍA

Association of Official Analytical Chemist [AOAC]. (1984). Official Methods of Analysis of AOAC. 13th edition. Washington, D.C.: AOAC International.

Association of Official Analytical Chemist [AOAC]. (1990). Official Methods of Analysis of AOAC 925.10:1990. 15th edition. Washington, D.C.: AOAC International.

Association of Official Analytical Chemist [AOAC]. (2006). Official Methods of Analysis of AOAC 75:372-374. 18th edition. Washington, D.C.: AOAC International.

Betancourth C. F. (2013). Aprovechamiento de la torta residual de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L) mediante extracción por solventes de su aceite [Tesis de Maestría]. Manizales: Universidad de Manizales Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas. P 32. Disponible en: http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/970/Betancourth_L%20C3%B3pez_Cristhian_Fernando_2013.pdf?sequence=2.

Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (1986). FAO Food and Nutrition Paper 14/7. Roma.

Gómez J. E. (2005). Monografía y cultivo de SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* L.): Oleaginosa promisoría para la diversificación productiva en el trópico. Florencia, Colombia: PRODUMEDIOS.

Gutiérrez L. F., Rosada L. M., y Jiménez A. (2011). Composición química de las semillas de "Sachá Inchi" (*Plukenetia volubilis* L) y características de su fracción lipídica. Grasas y aceites. 62(1). p 76-83. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3404093>.

- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (2002). NTC 668 Alimentos y materias primas. Determinación de los contenidos de grasa y fibra cruda. Bogotá: ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (2009). NTC 4519 Microbiología de los alimentos para consumo humano y animal. Método horizontal para el recuento de microorganismos. Técnica de recuento de colonias a 30 °C. Bogotá: ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (2007). NTC 4458 Microbiología de alimentos y de alimentos para animales. Método horizontal para el recuento de coliformes o *Escherichia coli* o ambos. Técnica de recuento de colonias utilizando medios fluorogénicos o cromogénicos. Bogotá: ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (2007). NTC 4574 Microbiología de alimentos y alimentos para animales. Método horizontal para la detección de *Salmonella* spp. Bogotá: ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (1997). NTC 4132 Microbiología. Guía general para el recuento de mohos y levaduras. Técnica de recuento de colonias a 25 °C. Bogotá: ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (2007). NTC 4779 Microbiología de alimentos y alimentos para animales. Método horizontal para el recuento de estafilococos coagulasa positiva (*Staphylococcus aureus* y otras especies). Bogotá: ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2006) [ICONTEC]. NTC 4679 Microbiología. Método horizontal para el recuento de *Bacillus cereus* técnica de recuento de colonias. Bogotá: ICONTEC.
- INDUCAM. (2017). INDUCAM Diseño, Construcción y automatización de maquinaria para la extracción de aceites vegetales: Prensa LIBC 3. Disponible en: <http://www.inducam.com.co/prensa-libc-3>.
- Jagersberger, J. (2013). Development of novel products on basis of Sacha Inchi – Use of press cakes and hulls. Berghofer: Universitat Wien. Disponible en: http://othes.univie.ac.at/25424/1/2013-01-22_0603329.pdf.
- Mondragón, I. G. (2009). Estudio farmacognóstico y bromatológico de los residuos industriales de la extracción del aceite de *Plukenetia volubilis* L. (Sacha inchi). Disponible en: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1502/1/Mondragon_ti.pdf.
- Pascual G., Mejía M. (2000). Extracción y caracterización del aceite de sachá inchi. Anales Científicos UNALM, 42, p 146-160. Disponible en: http://www.lamolina.edu.pe/Investigacion/web/anales/pdf_anales/MasterAnales-2000-Volumen%20XLII.pdf.
- Reátegui V., Flores J., Ramírez, J., Yalta R., Manrique J. A., D'Azevedo G., Pinedo J., Bardales J., Machuca G., Rengifo O., Rengifo, D. y D'Azevedo, A. (2010). Evaluación de la torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) y su uso como fuente alternativa y proteica en la alimentación de pollos de engorde y gallinas de postura en Zúngaro Cocha-UNAP. Disponible en: www.unapiquitos.edu.pe/.../articulo%20cientifico-dra%20victoria%20r.
- Ruiz C., Díaz C., Anaya J., Rojas R. (2013). Análisis proximal, antinutrientes, perfil de ácidos grasos y de aminoácidos de semillas y tortas de 2 especies de Sachá inchi (*Plukenetia volubilis* y *Plukenetia huayllabambana*). Revista de la Sociedad Química del Perú, 79(1). p 29-36.
- Sánchez-Díaz M., Aguirreolea J. (2000). El agua en la planta. En: Fundamentos de fisiología vegetal. Mc Graw Hill Interamericana. Madrid, España. p 18.

CAPÍTULO 4

BALANÇO HÍDRICO DO SOLO E USO DA ÁGUA NO TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM* L.): UM CASO DE ESTUDO EM CONDIÇÕES MEDITERRÂNICAS

Data de submissão: 10/03/2021

Data de aceite: 26/03/2021

António Canatário Duarte

Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária
Castelo Branco – Portugal
Centro de Estudos CERNAS-IPCB
Castelo Branco – Portugal
<https://orcid.org/0000-0002-0319-378X>

Manuel Marques Patanita

Instituto Politécnico de Beja
Escola Superior Agrária
Beja – Portugal
Centro de Estudos GEOBIOTEC
Universidade Nova de Lisboa
Caparica – Portugal
<https://orcid.org/0000-0002-2122-9950>

Alexandra Telo da Costa Trincalhetas Tomaz

Instituto Politécnico de Beja
Escola Superior Agrária
Beja – Portugal
Centro de Estudos GEOBIOTEC
Universidade Nova de Lisboa
Caparica – Portugal
<https://orcid.org/0000-0001-9129-112X>

sobre a produtividade do trigo mole na região do Alentejo, Sul de Portugal, em 2018. Testaram-se 3 tratamentos de rega e 8 tratamentos de tipo/fracionamento do fertilizante azotado. Os tratamentos de rega foram: R1 (rega com reposição de 100% da evapotranspiração cultural-ETc); R2 (rega com reposição de 100% da ETc apenas em quatro períodos: início do encanamento, emborrachamento, ântese, enchimento do grão); R3 (sequeiro). Os tratamentos de fertilização azotada incluíram 4 tipos de adubos (clássico; de libertação controlada; com inibidor de nitrificação; com inibidor da urease) aplicados totalmente à sementeira ou fracionados ao longo do ciclo. O ano hidrológico de 2017/2018 decorreu de forma anómala no que respeita à distribuição e volume de precipitação. Nas modalidades R1 e R2 apenas se verificaram dois pequenos períodos de stress hídrico na fase inicial da cultura. Na modalidade R3, verificaram-se períodos mais prolongados de stress hídrico e em maior número, que coincidiram com o final da fase de afilhamento e na fase de enchimento do grão. No que respeita à avaliação agronómica, não se verificaram efeitos significativos dos factores em estudo em qualquer dos parâmetros analisados, nomeadamente na produção de grão e seus componentes. Este conjunto de resultados reflecte o comportamento

RESUMO: Neste estudo foram avaliados os efeitos da rega e da fertilização azotada

bastante semelhante do balanço de água no solo nas três modalidades de rega em estudo, como consequência da forma anormal como decorreu o ano hidrológico em causa. A fertilização com adubos específicos e com aplicações de 50% do azoto numa fase avançada do ciclo do trigo, deixam claro que aplicações mais tardias de azoto promovem o aumento de proteína no grão.

PALAVRAS-CHAVE: Necessidades hídricas. Fertilizantes azotados. Rega deficitária. Produção de grão. *Triticum aestivum* L.

SOIL WATER BALANCE AND WATER USE IN WHEAT (*Triticum aestivum* L.): A CASE STUDY IN MEDITERRANEAN CONDITIONS

ABSTRACT: In this study, the effects of irrigation and nitrogen fertilization on the yield of common wheat in the region of Alentejo, Southern of Portugal, were evaluated in 2018. Three irrigation treatments and 8 nitrogen fertilizer type/fractionation treatments were tested. The irrigation treatments were: R1 (irrigation with 100% of crop evapotranspiration-ETc); R2 (irrigation with 100% of ETc only in four periods: start of pipeline, rubberment, anthesis, grain filling); R3 (rainfed). The nitrogen fertilization treatments included 4 types of fertilizers (classic; controlled release; with nitrification inhibitor; with urease inhibitor) applied totally on the seeding or fractionated throughout the cycle. The hydrological year of 2017/2018 was anomalous in terms of the distribution and volume of rainfall. In the treatments R1 and R2, there were only two small periods of water stress in the initial phase of crop development. In the R3 treatment, it was verified longer periods of water stress, which coincided with the end of the tillering phase and the grain filling phase. Regarding agronomic evaluation, there were no significant effects of the factors under study on any of the analyzed parameters, namely on the production of grain and its components. This set of results reflects the very similar behavior of the soil water balance in the three irrigation treatments under study, as a consequence of the abnormal evolution of hydrological year. Fertilization with specific fertilizers with applications of 50% of nitrogen in advanced stage of the wheat cycle, make it clear that later applications of nitrogen promote the increase of protein in the grain.

KEYWORDS: Crop water requirements. Nitrogen fertilizers. Deficit irrigation. Grain production. *Triticum aestivum* L.

1 INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO

Nas culturas com sementeira outono-invernal nas regiões Mediterrânicas, nomeadamente nos cereais praganosos como a cevada e o trigo, o fornecimento de água através da rega pode ser decisivo para a obtenção de elevadas produtividades, e para potenciar a qualidade industrial do grão. Os baixos volumes de água que habitualmente satisfazem as necessidades hídricas dos cereais praganosos, possibilitam realizar estas

culturas em áreas com menor disponibilidade de água e/ou permitem, com a mesma disponibilidade de água, regar áreas mais extensas do que com culturas típicas de regadio, de consumos mais elevados (Oweis, 1997; Patanita *et al.*, 2019; Zeleke e Nendel, 2016).

As regiões de clima Mediterrânico são marcadas por uma elevada irregularidade, típica deste tipo de clima e cada vez mais sujeitas a incerteza resultante da mudança global (Trnka *et al.*, 2011). A dotação e oportunidade de rega dos cereais praganosos é decisivamente influenciada pela forma com decorre o ano agrícola, nomeadamente no que se refere à precipitação, e o sucesso da cultura depende em larga medida da combinação de estratégias adequadas de gestão da rega e da fertilização (Albrizio *et al.*, 2010; Patanita *et al.*, 2019).

O uso da água pelo trigo depende da variedade, do estado fenológico, das condições climáticas, da disponibilidade de água, do solo e das práticas agronómicas. Uma ajustada disponibilidade de água durante fases consideradas críticas no ciclo do trigo, como o emborrachamento ou a ântese (floração), não só permite que a planta aumente a taxa de fotossíntese como também proporciona melhores condições para a translocação de hidratos de carbono, favorecendo o tamanho dos grãos e, conseqüentemente, o rendimento da cultura (Alghory e Yazar, 2018; Boteta, 2013; Patanita *et al.*, 2019). Desta forma, a fim de atender às necessidades da cultura e melhorar a eficiência do uso da água consumida e aplicada através de rega, é necessário adequar os volumes e calendários de rega, encontrando um compromisso na gestão entre os objetivos quantitativos e qualitativos da produção.

1.2 CONCEITOS DO BALANÇO HÍDRICO PARA REGA

A rega tem por objetivo compensar as plantas pelas perdas de água ocorridas através da evapotranspiração, sendo a quantidade de água a fornecer e o momento mais favorável dependentes de vários fatores, nomeadamente meteorológicos, da cultura e seu estado fenológico, do desenvolvimento radicular e das propriedades do solo. O conceito de necessidades hídricas da cultura pode ser definido como a quantidade de água de rega, complementar à precipitação, que é requerida pela cultura para alcançar os níveis de produção pretendidos dentro de padrões de qualidade requeridos (Duarte, 2006). Numa aceção simplificada do balanço de água no solo, o volume de água requerido pela cultura será o que, num determinado período de tempo e em determinadas condições de gestão da cultura, foi perdido por evapotranspiração (Allen *et al.*, 1998; Isidoro *et al.*, 2004).

As perdas de água por evaporação, processo essencialmente físico, verificam-se sobretudo a partir da superfície do solo; as perdas por transpiração, processo

essencialmente fisiológico, ocorrem a partir dos estomas das plantas. Dado serem diferentes as características da atividade fisiológica dos vários tipos de plantas, bem como as condições de exploração e do meio (tipo de solo, rega, fertilizações, controlo de doenças), são estabelecidos vários conceitos de evapotranspiração (Allen *et al.*, 1998; Pereira *et al.*, 1999, 2021): (i) a evapotranspiração de referência (ET_o) corresponde à taxa de evapotranspiração de uma cultura de referência hipotética muito semelhante à evapotranspiração de uma extensa superfície de relva verde de altura uniforme, crescendo ativamente, cobrindo totalmente o solo e bem provida de água; a evapotranspiração da cultura (ET_c) é a taxa de evapotranspiração de uma cultura livre de doenças, bem fertilizada, desenvolvendo-se em áreas extensas, em condições ótimas de disponibilidade de água no solo, e alcançando a plena produção para as condições climáticas em que se desenvolve; (iii) a estimativa da ET_c requer a multiplicação da ET_o por um coeficiente cultural (K_c) que representa as influências específicas da cultura resultantes das diferenças nas resistências aerodinâmica e de superfície entre a cultura considerada e a cultura de referência; (iv) evapotranspiração ajustada (ET_{c_{aj}}) é a taxa evapotranspiração de uma cultura em condições agroambientais que diferem das condições padrão e cuja evapotranspiração será menor que a ET_c devido a condições não ótimas, como a presença de pragas e doenças, salinidade do solo, baixa fertilidade do solo, escassez de água ou encharcamento.

1.3 OBJETIVO

O presente estudo tem por objectivo estudar a influência de diferentes regimes hídricos e diferentes tratamentos de fertilização azotada nas respostas produtivas do trigo (variedade 'Antequera'), avaliando os efeitos combinados destes fatores sobre a produtividade e a qualidade do grão de trigo mole. O estabelecimento do balanço hídrico do solo para o período do ciclo cultural, configura-se como de grande interesse para, através da perceção da evolução do teor de humidade do solo, mais facilmente se compreender o impacto dos diferentes regimes hídricos na produção do trigo.

2 METODOLOGIAS

2.1 LOCAL DE ESTUDO E DISPOSITIVO EXPERIMENTAL

O estudo decorreu no ano agrícola 2017/2018 em Beja (Sul de Portugal) com a cultivar 'Antequera' de trigo mole, classificada como "Melhoradora" pela indústria moajeira (ANPOC, 2017).

O clima da área de estudo é temperado húmido com verão seco e quente, normalmente conhecido como clima Mediterrânico (Csa, na classificação de Köppen).

No período de 1981-2010 a temperatura média das máximas e a temperatura média das mínimas foi de 22.2 e de 10.0 °C respectivamente, cifrando-se a precipitação média anual em 558 mm (IPMA, 2020). Relativamente às variáveis anteriores, no ano hidrológico de 2017/2018 registaram-se, respetivamente, 23.6°C, 10.1°C e 605 mm (COTR, 2021). Os solos da parcela classificam-se como vertissolos pélicos associados a cambissolos cálcicos (IUSS Working Group WRB, 2014).

A sementeira do trigo realizou-se no dia 22 de dezembro de 2017 e colheita em 25 de Julho de 2018. A rega efectuou-se por aspersão, através de center-pivot, e a sua gestão fez-se com base em informação agrometeorológica (COTR, 2021), informação específica da cultura e a partir da monitorização do teor de humidade do solo por uma sonda capacitiva (Sonda EnvironSCAN, Sentek Technologies) (Figura 1).

Figura 1. Controle das características ecofisiológicas nas parcelas do regime hídrico R1, e sonda capacitiva instalada na mesma parcela.



O delineamento experimental utilizado incluiu 3 tratamentos de regime hídrico e 8 tratamentos de fertilização azotada e realizou-se em parcelas subdivididas («split-plot») com 4 repetições. Os tratamentos de regime hídrico foram: R1 - Rega a 100% da Evapotranspiração cultural (ET_c) ao longo do ciclo da cultura, controlada com uma sonda capacitiva, R2 - Rega a 100% da ET_c nas fases identificadas como críticas, nomeadamente, e de acordo com a escala decimal de Zadoks (Zadoks, Chang e Konzak, 1974), 30 - início do encanamento, 40 a 49 - emborrachamento, 50 a 59 - espigamento e 70 a 89 -enchimento do grão, e R3 - Sequeiro. Os tratamentos de fertilização azotada com 180 kg N ha⁻¹ foram: A1 e A2 - fertilizante clássico; A3 e A4 - fertilizante com inibidor da nitrificação; A5 e A6 - fertilizante de libertação controlada; A7 e A8 - fertilizante com inibidor da urease. Adicionalmente apresenta-se uma modelação do balanço hídrico do solo (P1), tendo como critérios de oportunidade de rega a altura em que se esgota

a fracção de água facilmente utilizável, e de dotação de rega a lâmina de água para reposição da capacidade de campo. A distinção entre os quatro tipos de fertilizantes foi o fracionamento e as datas de aplicação (Quadro 1).

Quadro 1. Tipo de fertilizante e fracionamento (%) em cada tratamento de fertilização azotada.

Tratamento de fertilização azotada	Sementeira	Afilhamento	Encanamento	Emborrachamento
A1	25	50		25
A2	25	25	25	25
A3	100			
A4	50			50
A5	100			
A6	50			50
A7	100			
A8	50			50
	Fertilizante de cobertura	Ureia		Nitroamoniacal

A1 e A2 – fertilizante clássico; A3 e A4 - fertilizante com inibidor da nitrificação; A5 e A6 - fertilizante de libertação controlada; A7 e A8 - fertilizante com inibidor da urease.

2.2 MODELAÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO

Para a modelação do balanço hídrico do solo, que corresponde à modalidade P1, foi usada a metodologia da FAO (Food and Agriculture Organization), baseada na utilização da Equação de Penman-Monteith para cálculo da evapotranspiração de referência (Monteith and Unsworth, 1990), e nos coeficientes Kc, que integram todas as diferenças físicas e fisiológicas das plantas cultivadas, com enfoque na separação dos processos de evaporação (Ke) e transpiração (Kcb) (Allen *et al.*, 1998). O balanço hídrico foi estabelecido entre a data de sementeira (22/12/2017) e a senescência completa da cultura (15/06/2018). As condições iniciais e outros dados de entrada para os cálculos, traduzem-se nos seguintes valores: i) fração máxima de cobertura do solo pela cultura, 100%; ii) fração de água facilmente utilizável, 0.55; iii) profundidade máxima das raízes, 0.60 m; iv) lâmina de água à capacidade de campo, 437.7 mm/m; v) lâmina de água ao coeficiente de emurchecimento, 210.5 mm/m; vi) deficit de água no início do balanço de água, 19.6 mm. Os valores do coeficiente basal da cultura (Kcb) são valores tabelados para o trigo de Inverno ($Kcb_{ini}=0.15$; $Kcb_{med}=1.10$; $Kcb_{fin}=0.15$), sendo a duração de cada fase do ciclo as seguintes: fase inicial, 55 dias, fase de desenvolvimento, 50 dias, fase média ou de maturação, 35 dias, fase final, 36 dias. Os valores do coeficiente de evaporação (Ke), dependem das condições de humidade à superfície do solo e das condições meteorológicas que afectam o processo de evaporação (radiação solar, temperatura

do ar, humidade atmosférica e velocidade do vento), e são calculados pelas expressões seguintes (Allen *et al.*, 1998):

$$Ke = Kr (Kc_{max} - Kcb) \leq few Kc_{max}$$

em que:

Ke – coeficiente de evaporação,

Kcb – coeficiente basal da cultura,

Kc_{max} – valor máximo de Kc depois de um evento de humedecimento,

Kr – coeficiente de redução da evaporação na camada superficial do solo,

few – fracção do solo que se encontra simultaneamente humedecido e exposto à incidência da radiação solar directa (fracção da superfície do solo a partir da qual ocorre a maior parte da evaporação).

$$Kc_{max} = \max \left\{ \left[1,2 + (0,04(u2 - 2) - 0,004(HRmin - 45)) \left(\frac{h}{3} \right)^{0,3} \right], \{Kcb + 0,05\} \right\}$$

onde:

$u2$ – velocidade do vento medido a 2 m de altura (m/s),

$HRmin$ – humidade relativa mínima (%),

h – altura máxima da cultura em cada fase de desenvolvimento da cultura (inicial, desenvolvimento, média ou de maturação e final).

$$Kr = \frac{AET - D_{e,i-1}}{AET - AFE}$$

na qual:

AET – lâmina acumulada máxima de evaporação na camada superficial do solo, ou seja quando $Kr=0$ (mm),

$D_{e,i-1}$ – lâmina acumulada de evaporação na camada superficial do solo no final do dia $i-1$ (dia anterior) (mm),

AFE – lâmina acumulada de água facilmente evaporável (no final da etapa 1, Figura 2) (mm).

$$AET = 1000 (\theta_{FC} - 0,5\theta_{WP})Ze$$

em que:

θ_{FC} – teor de humidade no solo à capacidade de campo (m^3/m^3),

θ_{WP} – teor de humidade no solo ao coeficiente de emurchecimento (m^3/m^3),

Ze – espessura da camada superficial do solo sujeita a dessecação devido à evaporação (10-15 cm).

2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

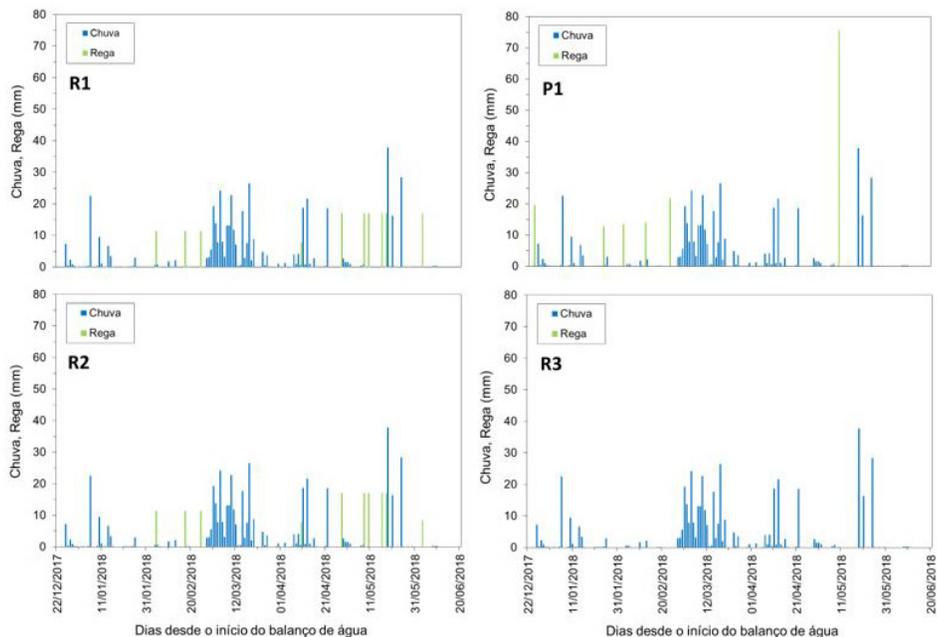
Para a análise estatística dos dados utilizou-se o Analytical Software Statistic 8.0 e realizaram-se, para cada ano, ANOVA a dois fatores para avaliar o efeito do regime hídrico e do tipo/fracionamento da fertilização azotada sobre dois parâmetros descritores das respostas produtivas da cultura, o rendimento em grão (Y; kg ha⁻¹) e o teor de proteína do grão (GPC; % de matéria seca). Diferenças entre médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 BALANÇO HÍDRICO DO SOLO

A forma como decorreu meteorologicamente o ano hidrológico de 2017/2018 determinou, para a modalidade de 100% da ETc, necessidades totais de rega para a cultura do trigo de 143.9 mm (Figura 2). Em ano meteorologicamente normal as necessidades de rega seriam com certeza mais elevadas, pelo que se depreende que o ano em questão foi globalmente favorável para as culturas de sequeiro.

Figura 2 - Eventos de precipitação e rega nas modalidades do ensaio R1 (rega praticada com 100% ETc), R2 (rega praticada nas fases críticas), R3 (cultura em sequeiro), P1 (balanço hídrico do solo para condições de conforto hídrico ao longo de todo o ciclo cultural).

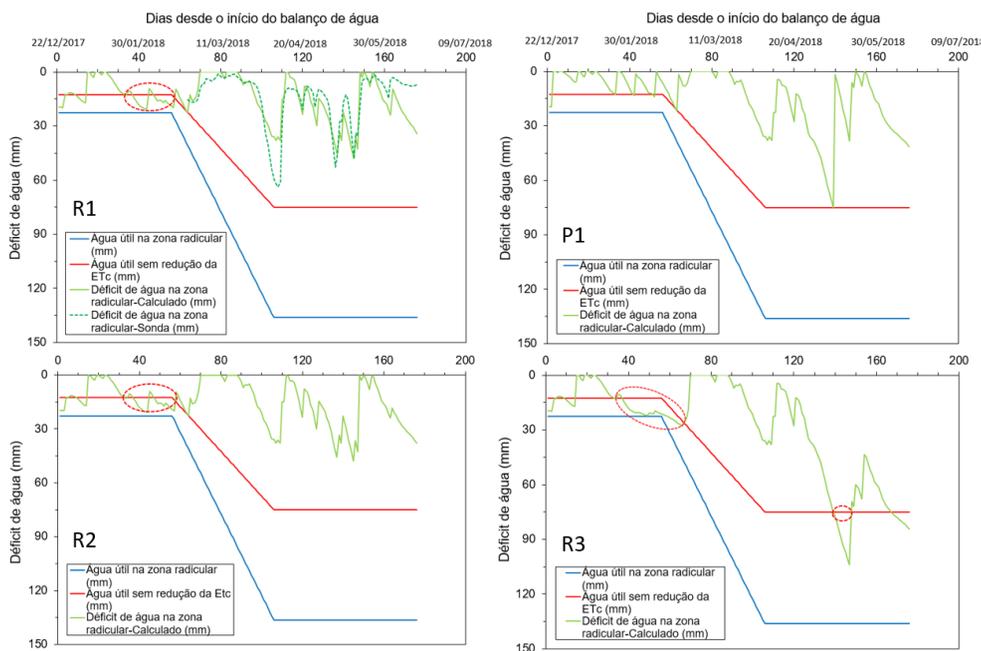


Atendendo à informação da Figura 3, correspondente aos balanços hídricos do solo nas várias modalidades de rega, podemos constatar que nas modalidades R1 e R2 o

déficit de água no solo evolui sempre acima do limite inferior da fracção de água facilmente utilizável, exceptuando dois pequenos períodos na fase inicial de desenvolvimento, o primeiro entre os dias 10 e 15 e o segundo entre os dias 37 e 58 do ciclo da cultura. Na modalidade de sequeiro (R3), para além do primeiro período referido para as modalidades R1 e R2, a cultura experimentou stress hídrico entre os dias 38 e 67, 139 e 148 e a partir do dia 168 do seu ciclo. Obviamente que nesta modalidade as situações de stress hídrico seriam, numa situação normal, francamente mais frequentes comparativamente às outras modalidades de rega. No cenário P1 (regas programadas), considerando as condições impostas na metodologia usada, o teor de água no solo nunca desce abaixo do nível de conforto hídrico. O momento de regar imposto na programação das regas (consumo de toda a reserva de água facilmente utilizável), numa fase avançada do desenvolvimento da cultura, determina que a última rega apresente uma dotação elevada (75.5 mm).

Podemos ainda verificar na mesma figura que os valores das leituras da sonda capacitiva utilizada na gestão da rega relativos ao déficit de água no solo, seguem a mesma tendência dos valores apurados na modelação do balanço hídrico. Ainda assim, alguns valores diferem entre si com uma amplitude mais ou menos elevada, o que deixa perceber uma eventual necessidade de calibração ou recalibração da sonda usada.

Figura 3 - Evolução do teor de humidade do solo nas modalidades do ensaio R1 (rega praticada com 100% ETC), R2 (rega praticada nas fases críticas), R3 (cultura em sequeiro), P1 (balanço hídrico do solo para condições de conforto hídrico ao longo de todo o ciclo cultural), e identificação dos períodos de deficit hídrico ().



3.2 ASPETOS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS DA PRODUÇÃO

A análise de variância (ANOVA) para a produção de grão, corrigida para 12% de humidade, e para o teor de proteína do grão, indica efeito significativo apenas do fator fertilização azotada (Quadro 2). A interação entre fatores (regime hídrico × fertilização azotada) foi significativa para o teor de proteína do grão, ou seja, o efeito da fertilização azotada foi influenciado pelo regime hídrico.

Quadro 2. ANOVA da produção de grão (kg/ha) corrigida para 12% de humidade e do teor de proteína do grão (% MS).

Origem da Variação	GL a)	Produção de grão 12% H (kg/ha)		Proteína do grão (% MS)	
		QM b)	F	QM b)	F
Regime hídrico (R)	2	3954546	6,5	4,86	1,97
Fertilização azotada (A)	7	517576	4,96***	5,49	33,28*
R×A	14	142517	1,37	0,59	3,61***
Coef. Variação (%)		4,62		3,18	

a) Graus de Liberdade; b) Quadrados Médios

*, **, *** significativo para 0,05; 0,01 e 0,001 respetivamente

A análise por fator, mostra-nos que o regime hídrico R1-Rega 100 ETc ao longo do ciclo da cultura apresentou a média de produção de grão mais elevada (7286 kg/ha), embora com valor estatisticamente semelhante aos restantes regimes hídricos, R3-sequeiro e R2-Rega 100% ETc nas fases críticas, respetivamente com 7083 kg/ha e 6932 kg/ha (Quadro 3). Para este resultado poderá ter contribuído a ocorrência de precipitação ao longo do ciclo da cultura muito acima da média anual e também a sua regular distribuição, principalmente na fase final do ciclo, atenuando ou eliminando as diferenças entre os distintos regimes hídricos. Estudos anteriores semelhantes, realizados em anos com escassez de precipitação nos meses de primavera, tal como se verificou em 2017, resultaram em efeito significativo da rega na produção de grão e suas componentes (Oliveira, 2018; Tomaz *et al.*, 2018; Oliveira *et al.*, 2019; Patanita *et al.*, 2019).

No que respeita ao efeito da fertilização azotada na produção de grão, salientam-se os valores mais baixos obtidos nos tratamentos A5 e A7, que correspondem, respetivamente, ao fertilizante de libertação controlada e ao fertilizante com inibidor da urease, ambos com a aplicação única à sementeira. O volume e distribuição da precipitação no ano agrícola 2017/18 não terá favorecido a utilização destes tipos de fertilizantes azotados, nomeadamente no que concerne à aplicação única à sementeira.

Quadro 3. Médias da produção de grão (kg/ha) corrigida para 12% de humidade, da massa do hectolitro (kg/hl) e do teor de proteína do grão (% MS), por regime hídrico e fertilização azotada e teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Tratamento	Produção de grão 12% H (kg/ha)		Proteína do grão (% MS)	
	Médias	Tuckey $\leq 0,05$	Médias	Tuckey $\leq 0,05$
Regime Hídrico				
R1	7286	A	12,40	a
R2	6932	A	12,74	a
R3	7083	A	13,18	a
Fertilização Azotada				
A1	7378	A	12,47	cd
A2	7337	A	12,96	bc
A3	7244	Ab	12,34	de
A4	7091	Abc	13,56	a
A5	6793	C	11,97	de
A6	6999	Abc	13,48	ab
A7	6873	Bc	11,95	e
A8	7089	Abc	13,45	ab
Média geral	7100		12,77	

Nota: Letras minúsculas diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas para $p \leq 0,05$, entre os níveis de cada fator de estudo, de acordo com o teste de Tukey.

O teor de proteína do grão é uma característica habitualmente influenciada pelas condições ambientais e técnicas culturais, nomeadamente pela dose e fracionamento da fertilização azotada. Os tratamentos que conduziram a maiores teores de proteína no grão e estatisticamente semelhantes foram A4 (13,56%), A6 (13,48%) e A8 (13,45%), sendo que este valor foi idêntico ao registado em A2 (12,97%) (Quadro 3). Os tratamentos A4, A6 e A8 dizem respeito aos fertilizantes específicos e têm em comum a aplicação de 50% do azoto numa fase avançada do seu ciclo vegetativo (emborrachamento), o que prova que aplicações de azoto tardias, tal como referem Patanita *et al.* (2018) e Tomaz *et al.* (2018) promovem o aumento de proteína do grão, em relação a aplicações da mesma quantidade de azoto mas em fases mais precoces do ciclo da cultura. O tratamento A2, com aplicação de 25% do N ao encanamento e ao emborrachamento, corresponde à aplicação do fertilizante azotado fracionado em quatro fases. Os teores de proteínas mais baixos obtiveram-se em A3 (12,34%), A5 (11,98%) e A7 (11,95%), tratamentos com fertilizantes específicos e com a totalidade do N aplicado à sementeira.

A ausência de efeito do regime hídrico na proteína do grão estará certamente ligada à distribuição da precipitação na primavera, que eliminou as diferenças entre as modalidades de rega. De facto, não atingiu 1% a diferença entre o valor mais alto registado em R3 com 13,18% e o mais baixo obtido em R1 com 12,41% (Quadro 3).

4 CONCLUSÕES

De acordo com os objectivos definidos neste estudo, e na sequência das metodologias aplicadas para a sua concretização e resultados obtidos, é possível apurar algumas conclusões que se registam a seguir. Apesar da forma meteorologicamente anormal como decorreu o ano dos ensaios, a leitura e análise dos resultados reveste-se de enorme interesse quando enquadrados na aleatoriedade do clima mediterrânico, previsivelmente ampliada num quadro de alterações climáticas.

A gestão da rega com base nos dados meteorológicos, mas sobretudo nas indicações dos valores da sonda capacitiva utilizada, revelou-se eficaz, já que apenas em dois pequenos períodos a cultura entrou em stress hídrico. Com certeza que uma recalibração da sonda tenderia a fornecer informação mais precisa para uma melhor gestão da rega.

A análise estatística referente à produção e seus componentes, revela que a modalidade de rega R1 apresentou a média de produção de grão mais elevada (7286 kg/ha), embora com valor estatisticamente semelhante aos restantes regimes hídricos (R2 e R3). Para este resultado parece-nos evidente ter contribuído a ocorrência de precipitação acima do normal em alguns períodos do ciclo cultural, especialmente nos períodos críticos da cultura.

Relativamente à qualidade tecnológica da produção (teor de proteína), a análise mostra que a variável regime hídrico não apresenta diferenças estatisticamente significativas, ao contrário da variável adubação azotada que reflecte diferenças significativas. Os resultados obtidos nas modalidades A4, A6 e A8, respeitantes à fertilização com adubos específicos e com aplicações de 50% do azoto numa fase avançada do seu ciclo (emborrachamento), deixam claro que aplicações mais tardias de azoto promovem o aumento de proteína no grão, corroborando os resultados obtidos noutros estudos.

5 AGRADECIMENTOS

Este estudo foi suportado pelo projeto INTERATrigo, com as referências POCI-01-0145-FEDER-023262 e LISBOA-01-0145-FEDER-023262 (SAICT-POL/23262/2016), financiado pelo FEDER através do COMPETE2020 e PORLisboa a a FCT/MCTES através de fundos Nacionais (PIDDAC). O trabalho é uma contribuição e contou com fundos de financiamento dos projetos UID/GEO/04035/2020 e UID/GEO/04035/2019, financiados pela FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

REFERÊNCIAS

ALBRIZIO, R.; TODOROVIC, M.; MATIC, T.; STELLACCI, A. M. Comparing the interactive effects of water and nitrogen on durum wheat and barley grown in a Mediterranean environment. **Field Crops Research**, v. 115, n. 2, p. 179–190, 20 jan. 2010.

ALGHORY, A.; YAZAR, A. Evaluation of net return and grain quality characteristics of wheat for various irrigation strategies under the Mediterranean climatic conditions. **Agricultural Water Management**, v. 203, p. 395–404, 30 abr. 2018.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998.

ANPOC. **LVR (Lista de Variedades Recomendadas) Lista de variedades recomendadas de trigo mole. Apoio à decisão das sementeiras 2017/18**. Associação Nacional de Produtores de Oleaginosas, Proteaginosas e Cereais, , 2017. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/0B8PulgoTvkmRWDhWT05fTjJ3UFE/view>>. Acesso em: 6 jul. 2018

BOTETA, L. Gestão da rega do trigo. **Grandes Culturas 1**, p. 18–21, 2013.

COTR. **SAGRA - Sistema Agrometeorológico para a Gestão da Rega no Alentejo (Agrometeorological System for Irrigation Management in Alentejo)**. Disponível em: <<http://www.cotr.pt/servicos/sagranet.php>>. Acesso em: 15 fev. 2021.

DUARTE, A. C. **Contaminación difusa originada por la actividad agrícola de riego, a la escala de la cuenca hidrográfica**. Spain: Universidad de Córdoba, 2006.

IPMA. **Climate normals - 1981-2010 - Beja**. Disponível em: <<https://www.ipma.pt/en/oclima/normais.clima/1981-2010/002/>>. Acesso em: 6 jul. 2019.

ISIDORO, D.; QUÍLEZ, D.; ARAGÜÉS, R. Water balance and irrigation performance analysis: La Violada irrigation district (Spain) as a case study. **Agricultural Water Management**, v. 64, n. 2, p. 123–142, 15 jan. 2004.

IUSS WORKING GROUP WRB. **World Reference Base for Soil Resources 2014, Update 2015**. Rome: FAO, 2014.

MONTEITH, J. L., UNSWORTH, M. H. **Principles of environmental physics, 2nd edn**, Edward Arnold, London, 1990.

OWEIS, T. **Supplemental Irrigation: A Highly Efficient Water-Use Practice**. [s.l: s.n.].

OLIVEIRA, P., PATANITA, M., DÔRES, J., BOTETA, L., FERRO PALMA, J., PATANITA, M.I., GUERREIRO, I., PENACHO, J., COSTA, M.N., ROSA, E., TOMAZ, A. Combined effects of irrigation management and nitrogen fertilization on soft wheat productive responses under Mediterranean conditions. **E3S Web Conf.**, 86, 00019, 2019. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20198600019>

OLIVEIRA, P. **Contribuição para o estudo do efeito da rega e da fertilização azotada na produção de trigo mole**. Dissertação para obtenção do grau de mestre em Agronomia. Instituto Politécnico de Beja, Beja, 2018.

PATANITA, M.; TOMAZ, A.; RAMOS, T.; OLIVEIRA, P.; BOTETA, L.; DÔRES, J. Water Regime and Nitrogen Management to Cope with Wheat Yield Variability under the Mediterranean Conditions of Southern Portugal. **Plants**, v. 8, n. 10, 2019.

PATANITA, M., DÔRES, J., COSTA, M.N., ROSA, E., MARTINS, P. FERRO PALMA, J., TOMAZ, A., ESPADA, R., BOTETA, L., COSTA, A.R., PINHEIRO, N., GOMES, C., BAGULHO, A.S., ALMEIDA, A.S., COUTINHO, J., COCO, J., COSTA, A., MAÇÃS, B. Otimização da aplicação de fertilização azotada em trigos melhoradores. **Voz do Campo**, 216: 38-39, 2018.

PEREIRA, L. S.; PAREDES, P.; HUNSAKER, D. J.; LÓPEZ-URREA, R.; MOHAMMADI SHAD, Z. Standard single and basal crop coefficients for field crops. Updates and advances to the FAO56 crop water requirements method. **Agricultural Water Management**, v. 243, p. 106466, 1 jan. 2021.

PEREIRA, L. S.; PERRIER, A.; ALLEN, R. G.; ALVES, I. Evapotranspiration: Concepts and Future Trends. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 125, n. 2, p. 45–51, 1999.

TOMAZ, A., PATANITA, M., OLIVEIRA, P., DÔRES, J., BOTETA, L., FERRO PALMA, J., GUERREIRO, I., GUERREIRO, J. Rega e fertilização azotada do trigo em ambiente mediterrânico: efeito no rendimento e qualidade do grão e na eficiência do uso da água de rega. **Grandes Culturas**, 11: 14-17, 2018.

TRNKA, M. *et al.* Agroclimatic conditions in Europe under climate change. **Global Change Biology**, v. 17, n. 7, p. 2298–2318, jul. 2011.

ZADOKS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, v. 14, n. 6, p. 415–421, 1 dez. 1974.

ZELEKE, K. T.; NENDEL, C. Analysis of options for increasing wheat (*Triticum aestivum* L.) yield in south-eastern Australia: The role of irrigation, cultivar choice and time of sowing. **Agricultural Water Management**, v. 166, p. 139–148, 2016.

CAPÍTULO 5

GEOTECNOLOGIA APLICADA EM DADOS DIGITAIS E ANALÓGICOS PARA ANÁLISE MULTITEMPORAL DO PLANTIO DE CANA-DE-AÇÚCAR EM DECLIVIDADE ACIMA DE 12%

Data de submissão: 05/02/2021

Data de aceite: 24/02/2021

João Pedro dos Santos Verçosa

Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
(CECA/UFAL)

Rio Largo – Alagoas

<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K2753170H6>

Flávio Henrique dos Santos Silva

Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
(CECA/UFAL)

Rio Largo – Alagoas

<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K8752579E3>

Arthur Costa Falcão Tavares

Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
(CECA/UFAL)

Rio Largo – Alagoas

<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4777416J1>

Victor Rodrigues Nascimento

Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
(CECA/UFAL)

Rio Largo – Alagoas

<http://lattes.cnpq.br/3278958657730958>

que favoreçam o agronegócio, de modo que atualmente, o planejamento da área para cultivo de cana-de-açúcar deve considerar a escolha de terrenos com declividade inferior a 12% além de mapas atualizados em grandes escalas de representação obtidos por Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA). Este trabalho, objetivou diagnosticar o plantio da Usina Coruripe quanto a variação das áreas em encosta com declividade superior a 12%. Para isso utilizou dados altimétricos (Topodata), levantamentos aerofotogramétricos obtidos por aeronave tripulada, 1965 e 1985, e por RPA, 2019, além de mapas digitalizados e georreferenciados. Esses dados foram todos geoprocessados em ambiente SIG, utilizando o software QGIS. Os resultados indicaram que para a safra de 1985/1986 a área total de plantio era de 20112,84 ha, estando 26% em declividade superior a 12% e para a safra 2018/2019 apresentou um total de 30889,06 ha plantados com cana estando 22% em declividade superior a 12%. Mapas temáticos gerados podem ser utilizados pela Usina Coruripe para assistir um possível Sistema de Informação Geográfica (SIG) e realizar análises espaciais que propiciem monitoramento, diagnósticos e planejamento das áreas de plantio em declividades superiores a 12%, geralmente em várzeas e encostas. Pode-se concluir que a Usina Coruripe teve uma grande redução de

RESUMO: O mercado “AGRO” tem demandado cada vez mais novas tecnologias

plântio em áreas de encosta, mas em determinadas áreas houve um avanço que não se mostrou significativo quando comparado com o avanço da sua área total.

PALAVRAS-CHAVE: Geoprocessamento. Fotogrametria Digital. SIG. Análise Multitemporal.

GEOTECHNOLOGY APPLIED TO DIGITAL AND ANALOG DATA FOR MULTITEMPORAL ANALYSIS OF SUGAR CANE PLANTATION IN DECLIVITY ABOVE 12%

ABSTRACT: Nowadays, “AGRO” market has increasingly demanded new technologies to make feasible agribusiness, such as the area planning for sugarcane cultivation must consider the selection of land with a slope of less than 12% in addition updated maps on large scales representation obtained by Remote Piloted Aircraft (RPA). This study aimed to diagnose the planting of Usina Coruripe in terms of its variation in slope areas with a slope greater than 12%. Were used altimetric data (Topodata), aerophotogrammetric surveys obtained by manned aircraft, 1965 and 1985, and by RPA, 2019, in addition to digitalized and georeferenced maps. These data were all geoprocessed in a GIS environment, using the QGIS software. Results showed that total planting area was 20112.84 ha for the 1985/1986 harvest, with 26% declining over 12%; for the 2018/2019 harvest it presented a total of 30889.06 ha planted with sugarcane being 22% on a slope greater than 12%. Generated thematic maps can be used by Usina Coruripe to assist a Geographic Information System (GIS) and perform spatial analyzes that provide monitoring, diagnostics and planning of planting areas on slopes greater than 12%, usually in floodplains and slopes. It can be concluded that Usina Coruripe had a great reduction in planting in hillside areas, but in certain areas there was an advance that was not significant when compared to the advance of its total area.

KEYWORDS: Geoprocessing. Digital Photogrammetry. GIS. Multitemporal Analyze.

1 INTRODUÇÃO

Os métodos utilizados na área agrícola e industrial do setor sucroalcooleiro alagoano passaram de rudimentares para altamente tecnificados e informatizados. (ANDRADE, 2010)

O deslocamento dos canais para as áreas de tabuleiros e interflúvios fizeram com que as usinas alcançassem uma produção bastante expressiva. A Usina Coruripe, que até a década de sessenta mantinha uma produção modesta, ao expandir seu cultivo de cana-de-açúcar para os tabuleiros, teve um grande crescimento da sua safra. (ANDRADE, 2010)

A declividade é um dos principais atributos geomorfológicos limitantes à utilização de máquinas agrícolas visto que está intimamente ligada às condições de tráfego, pois afeta a velocidade de deslocamento e o equilíbrio das máquinas (HÖFIG & ARAUJO JUNIOR, 2015).

A crescente demanda do mercado “AGRO”, que cada vez mais necessita da inserção de novas tecnologias que favoreçam o agronegócio, se dá principalmente pelo processo da mecanização do trabalho. (GONÇALVES, 2017)

Atualmente, o planejamento da área para cultivo de cana-de-açúcar deve considerar fatores importantes como a escolha de terrenos com declividade inferior a 10%. (LIONÇO; BRESSAN & SILVA, 2010)

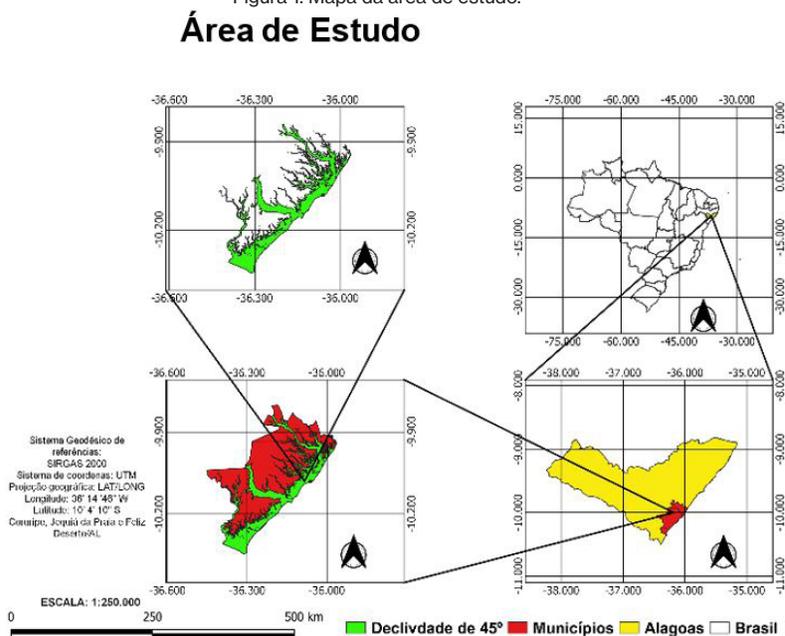
A ausência de mapas atualizados em grandes escalas de representação tem impulsionado a utilização de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) ou Aeronave Remotamente Pilotada (RPA) quando usado comercialmente, para a geração de mapas cada vez mais utilizados pela agricultura de precisão (SHENDRYK *et al.*, 2019; SOUZA, 2016; SOM-ARD *et al.*, 2018; MOLIN e VEIGA, 2016; LUNA & LOBO, 2016).

Por conta desta situação, este trabalho, visou realizar o diagnóstico quanto ao plantio da Usina Coruripe em relação a retirada de áreas de plantio em encosta analisando ao decorrer do tempo de como essa retirada teve um maior aproveitamento em relação ao plantio e ao aumento de suas áreas, e como a aplicação de Geoprocessamento analisou e provou o quanto houve melhorias dessas áreas, em questão ambiental e de manejo da cultura.

2 MATERIAS E METODOS

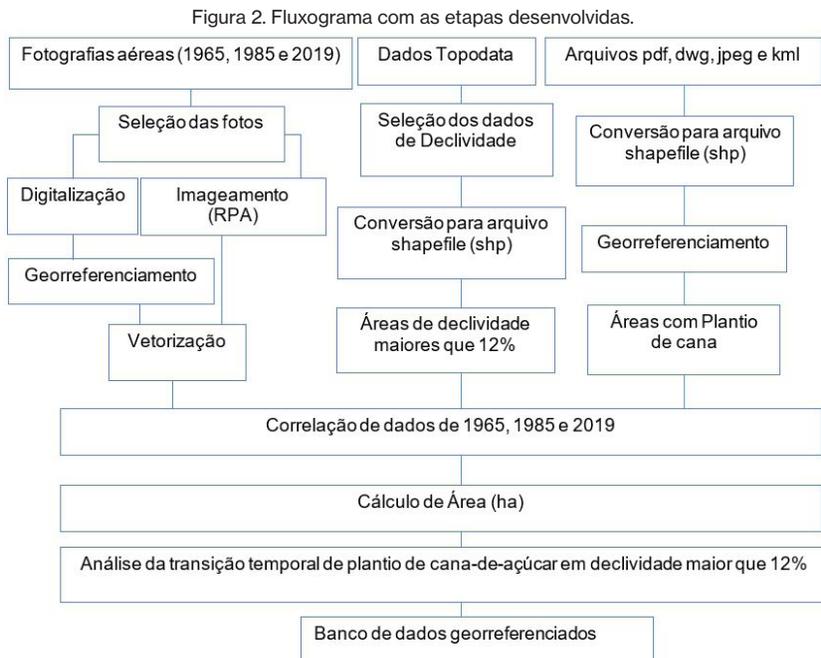
Município de Coruripe tem um clima tropical chuvoso com pluviosidade muito mais alta no inverno do que no verão. De acordo com Köppen e Geiger a classificação do clima é As com temperatura média de 24.4 °C. A média anual de pluviosidade é de 1372 mm, sendo a área de toda de fotos a 132m de altitude nas coordenadas de 9°59'22" S e 36°17'10" O, com solo local de classificação Latossolo Amarelo Distrocoeso Argissólico (Figura 1).

Figura 1. Mapa da área de estudo.



Fonte: Autores (2021)

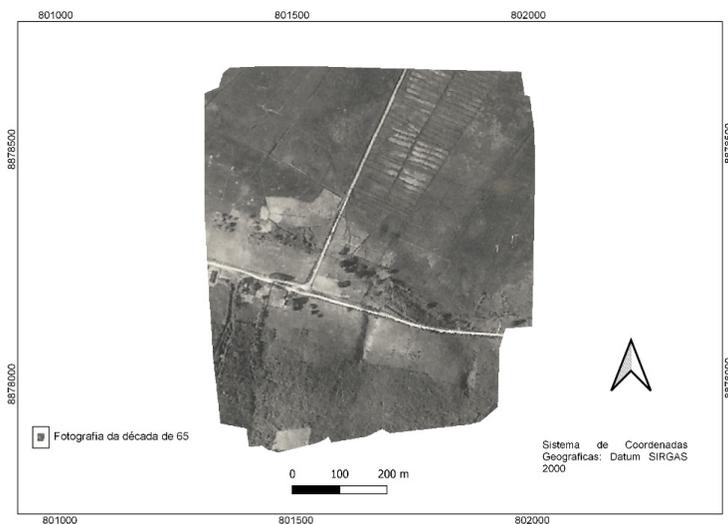
Abaixo tem-se o fluxograma com as etapas deste trabalho (Figura 02).



Fonte: Autores (2021)

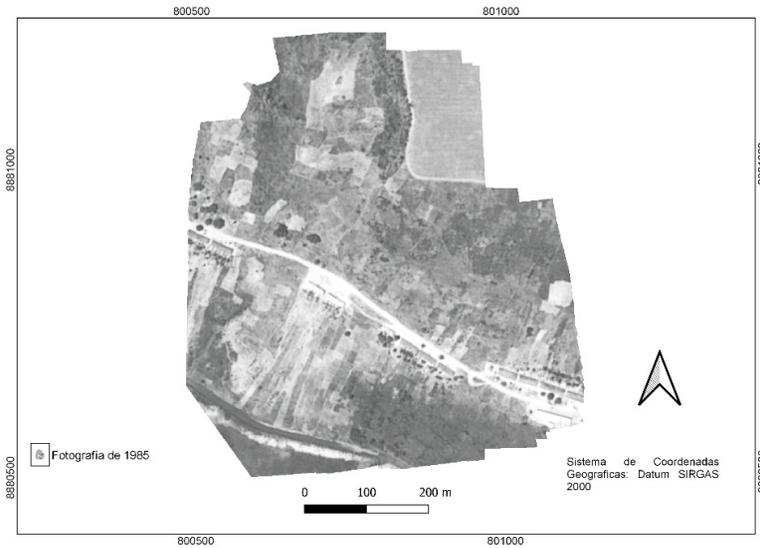
As fotografias aéreas de 1965 e 1985 (Figuras 3 e 4) foram geolocalizadas, sendo selecionadas apenas aquelas referentes as áreas de plantio de cana da usina. Em seguida essas fotos foram digitalizadas via escâner de mesa, georreferenciadas e recortadas de modo que coincidisse com os limites da área de plantio disponibilizados pela usina.

Figura 3. Fotografia área da década de 65



Fonte: Autores (2021)

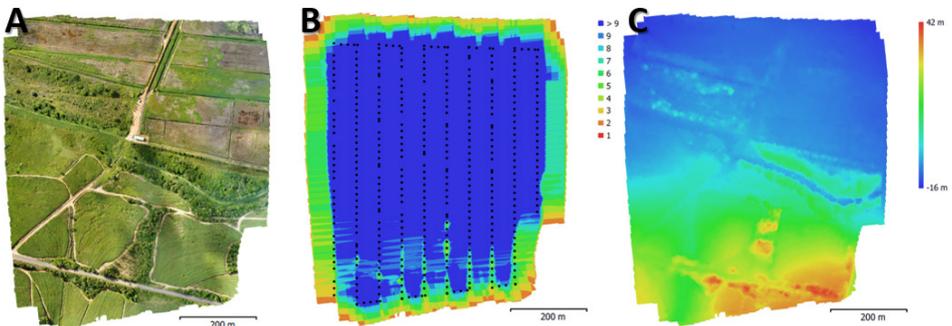
Figura 4. Fotografia área de 1985



Fonte: Autores (2021)

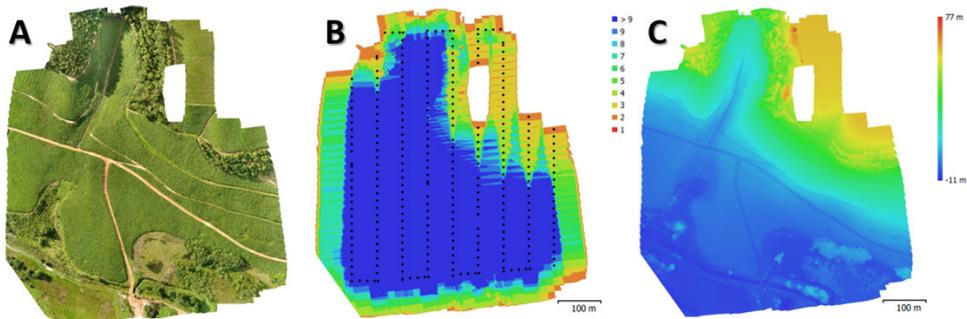
A partir dos imageamentos feitos por RPA, em 2019, foram gerados produtos utilizando-se o programa Agisoft Photoscan 1.3.5 Professional (Agisoft, 2016), como o relatório do processamento das imagens, informações da câmera, ortofoto, Modelo Digital de Superfície (MDS) e nuvem de pontos (Figuras 5 e 6). Com estes dados realizou-se uma análise dos produtos finais e comparações entre os voos feitos em blocos (01 e 02) e das áreas com declividade acima de 12% onde ainda são plantadas a cana-de-açúcar e onde se deixou de fazer a plantação da mesma por outra cultura (COSTA & SILVA, 2009; KERSTEN & MEISTER, 1993).

Figura 5. Voo 01: Ortofoto (A); sobreposicionamento das fotos (B); MDS da ortofoto (C).



FONTE: Autores (2021).

Figura 6. Voo 02: Ortofoto (A); sobreposicionamento das fotos (B); MDS da ortofoto (C).



FONTE: Autores (2021).

Ambas imagens georreferenciadas (1965, 1985 e 2019) serviram para vetorizar os talhões de cana utilizando técnica de fotointerpretação e o software QGIS.

O Download do mapa de declividade foi realizado gratuitamente a partir do projeto Topodata, com a obtenção de um arquivo da Imagem Geotiff obtida a partir do processamento estatístico dos dados do STRM (Shuttle Radar Topography Mission). A partir desta imagem foi feita a separação das classes de declividade maior e menor que 12%.

Os dados cartográficos da usina, obtidos nos formatos DWG, KML e PDF foram transformados em arquivo shape utilizando ferramentas online e o software QGIS. Foi preciso a transformação desses dados que foram entregues em DWG e KML em arquivos vetoriais e georreferenciados para uso das ferramentas de geoprocessamento disponibilizadas pelo software QGIS.

A partir de então foram realizadas as correlações entre os dados de 1965, 1985 e 2019 e os arquivos resultantes dessas correlações tiveram seus valores de área calculados também no QGIS. Dessa forma foi possível realizar uma análise temporal das áreas de plantio de cana-de-açúcar em declividade maior que 12%.

O processo de classificação das áreas dividiu-se em quatro etapas:

1. Definição do que se quer extrair da imagem, ou seja, que classes se pretende obter. As classes escolhidas para o desenvolvimento desta pesquisa foram: Áreas de grotas e áreas de tabuleiro, ou seja, áreas com grau de declividade superior ou inferior a 12%.
2. Criação do banco de dados com as amostras homogêneas disponibilizadas pela usina. A classificação individual de cada área foi realizada a partir da análise dos talhões com mapas temáticos georreferenciados com boa resolução que possibilitou a verificações de todas as feições, o grau de

- declividade e área, em hectare, do local estudado. Também foi feita a classificação de mapas temáticos de 1985, com menor qualidade.
3. Transformar mapas da safra atual (2018/2019) em pdf para Geotiff, recorte dos arquivos com os polígonos dos talhões, logo após, o georreferenciamento para confirmar as áreas de plantio em locais com declividade superior a 12%. O Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) utilizado no projeto foi o SIRGAS 2000 / UTM zona 24S.
 4. A partir dos arquivos transformados e georreferenciados e a criação dos mapas temáticos, foram calculadas as áreas com plantio de cana com declividade acima de 12% e o plantio de cana total, safra atual e de 1985.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área referente aos municípios de Coruripe, Jequiá da Praia e Feliz Deserto é de 134272,94 ha. Esses municípios apresentam um total de 43732,26 ha, cerca de 33% da sua área total, com declividade maior que 12%, segundo o Projeto Topodata. A área total de plantio da usina Coruripe em 1985 era de 20112,84 há, estando 26% dessa área em declividade superior a 12%, e comparando com as áreas dos municípios ela abrange 16% das áreas de plantio. Para a safra 2018/2019 a usina tem o total de 30889,06 ha plantados com cana passando a ocupar 22% dessa área em declividade superior a 12%, ou seja, houve um aumento da área plantada, porém, uma redução nas áreas plantadas em declividade (Tabela 01).

Tabela 1 – Análise das áreas plantadas em declividade maior que 12%.

SHP	Área total (ha)	Área de cana plantada em declividade > 12% (ha)	Cana plantada em declividade > 12% (%)
Municípios	134272,94		
Maior que 12%	43732,26		
talhão 2019	30889,06	6859,72	22
talhão 1985	20112,84	5286,73	26

FONTE: Autores (2021).

A partir dos resultados apresentados na tabela 2, observou-se uma grande variação nas áreas totais de plantio da usina entre as safras de 1985/1986 e 2018/2019. Em termos de área total plantada pela usina o aumento foi de 10776,22 hectares, o equivalente a 53% entre as safras. Já com relação apenas ao total de áreas plantadas em declividade superior a 12% houve um aumento considerável, ou seja, 1573 hectares a mais para a safra de 2018/2019. No entanto, a porcentagem de variação apenas para essas áreas foi bem menor que para as áreas totais plantadas pela usina, equivalendo a 29%, entre as safras de 1985/1986 e 2018/2019.

Tabela 2. Variação das áreas totais de plantio e dos plantios em áreas com declividade superior a 12% da Usina Coruripe entre as safras 1985/1986 e 2018/2019.

Variação de áreas entre as safras 1985/1986 e 2018/2019			
Total (ha)	Total com declividade > 12% (ha)	Total (%)	Total com declividade > 12% (%)
10.776,22	1573	53	29

FONTE: Autores (2021).

Os dados da tabela 3, apresentam a análise dos dois levantamentos com RPA realizados na usina em 2019, onde a área imageada no voo1 coincide com uma foto de 1965, e a área imageada no voo2 coincide com a foto de 1985. No ano de 1985 se obteve o plantio dessa área 36,46 há se tinha em torno de 11,74 com o plantio de cana. No ano de 1965 na área de 51,52 há se tinha o plantio de 33,82 de cana. E na mesma área do 1985 que foi o do voo2 a área de cana tiveram um aumento para 56%. E na área de 1965 que foi o voo 1 teve a diminuição de 66% para 56% do plantio de cana.

Tabela 3 - Mapeamento das áreas coincidentes das fotos de 1965, 1980 e 2019.

georreferenciamento				
	RPA voo1	RPA voo2	1980	1965
Área (ha)	51,529436	36,46895021	36,46895021	51,52943637
cana	28,715609	20,56275985	11,7437241	33,82108538
(%)	56%	56%	32%	66%

FONTE: Autores (2021).

4 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Mapas temáticos gerados com os arquivos disponibilizados pela Usina Coruripe podem ser utilizados para assistir um possível Sistema de Informação Geográfica (SIG) e realizar análises espaciais que propiciem monitoramento, diagnósticos e planejamento das áreas de plantio em declividades superiores a 12%, geralmente em várzeas e encostas.

Com a correlação dos dados de levantamentos aerofotogramétricos se obteve uma melhor análise para a safra de 1985/1986 onde foram obtidas cerca de 42 fotos em áreas de declividade. Infelizmente na safra de 1965/1966 a usina ainda não tinha a sua área mapeada com dados oficiais que pudessem corroborar com os dados de áreas obtidos por fotointerpretação.

A análise multitemporal com a sobreposição dos imageamentos feitos pelo RPA possibilitaram a obtenção de áreas de plantio em várias épocas:

- Voo1 do RPA: foi correlaciado com o levantamento de 1965, que apresentou uma área de 51,53 ha, mas obteve um aumento de 10% do plantio em área de encosta.

- Voo2 do RPA: foi correlacionado com o levantamento de 1985, que apresentou uma área de 36,47 ha e uma diminuição da área de plantio em encosta de 24%.

Assim pode-se afirmar que a Usina Coruripe teve em determinados locais uma grande redução de plantio em áreas de encosta, mas em outras determinadas áreas tiveram um avanço que não se apresenta significativo quando comparado com o avanço da sua área total.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. C. Usinas e destilarias das Alagoas: uma contribuição ao estudo da produção do espaço. 2. Ed. Maceió: EDUFAL, 2010. 2v. 140p.

LIONÇO, E.; BRESSAN, J.; DA SILVA, C. M. Sistematização da área para implantação da colheita mecanizada da cana-de-açúcar. Campo Digital, v. 5, n. 1, p. 20-25, 2010.

GONÇALVES, M. C. V. O. AGRONEGÓCIO E A MECANIZAÇÃO DO TRABALHO NO CAMPO: ENTRE LUCRO, PRECARIZAÇÃO E EXCLUSÃO. VIII jornada internacional políticas públicas, São Luiz, p. 1-12, 22 ago. 2017. Disponível em: <http://www.joinpp.ufma.br/jornadas/joinpp2017/pdfs/eixo10/oagronegocioeamecanizacaodotrabalhonocampoentrelucroprecarizacaoexclusao.pdf>. Acesso em: 15 Jun. 2019.

HÖFIG, P.; ARAUJO-JUNIOR, C. F. CLASSES DE DECLIVIDADE DO TERRENO E POTENCIAL PARA MECANIZAÇÃO NO ESTADO DO PARANÁ. Coffee Science, Lavras, ano 2015, v. 10, n. 2, p. 195-203, 15 out. 2014.

KERSTEN, Th.; MEISTER, M. Großer Aletschgletscher - Photogrammetrische Auswertungen als Grundlage für glaziologische Untersuchungen, VPK - Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik, Nr. 2, 1993, pp. 75-80.

Agisoft Photo Scan User Manual: Professional Edition, Version 1.0.0. 2013. Disponível em: <<http://goo.gl/9fAAo8>> Acesso em: 24 de janeiro de 2016.

COSTA, G. C., SILVA, D. C. Classificação de Mapeamento Aerofotogramétrico Com Imagens Obtidas de Câmeras Não-Métricas Para Fins de Projeto de Estradas. Revista Brasileira de Cartografia (Impresso), 2009.

LUNA, Inti; LOBO, Agustín. Mapping Crop Planting Quality in Sugarcane from UAV Imagery: a pilot study in Nicaragua. Remote Sensing, [S.L.], v. 8, n. 6, p. 1-18, 14 jun. 2016. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/rs8060500>.

SOUZA, Carlos Henrique Wachholz de. RETRIEVAL OF FIELD-LEVEL INFORMATION OF SUGARCANE USING UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) DATA UNDER DIFFERENT APPROACHES. 2016. 85 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Agrícola, Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, 2016. Cap. 5.

SHENDRYK, Yuri; SOFONIA, Jeremy; GARRARD, Robert; RIST, Yannik; SKOCAJ, Danielle; THORBURN, Peter. Fine-scale prediction of biomass and leaf nitrogen content in sugarcane using UAV LiDAR and multispectral imaging. International Journal Of Applied Earth Observation And Geoinformation, [S.L.], v. 92, p. 1-14, out. 2020. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2020.102177>

SOM-ARD, J.; HOSSAIN, M. D.; NINSAWAT, S.; VEERACHITT, V. Pre-harvest sugarcane yield estimation using uav-based rgb images and ground observation. *Sugar Tech*, [S.L.], v. 20, n. 6, p. 645-657, 17 fev. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s12355-018-0601-7>.

MOLIN, J. P.; VEIGA, J. P. S. Spatial variability of sugarcane row gaps: measurement and mapping. *Ciência e Agrotecnologia*, [S.L.], v. 40, n. 3, p. 347-355, jun. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1413-70542016403046915>.

CAPÍTULO 6

SIMULAÇÃO DO CRESCIMENTO DOS FRUTOS DA PEREIRA (*PYRUS COMMUNIS* L.) CV 'ROCHA' COM BASE NO TEMPO TÉRMICO¹

Data de submissão: 05/02/2021

Data de aceite: 24/02/2021

Miguel António Leão de Sousa

Instituto Nacional de Investigação

Agrária e Veterinária, I.P

Estação Nacional de Fruticultura Vieira

Natividade

Alcobaça, Portugal

miguel.leao@iniav.pt

<https://orcid.org/0000-0002-7218-3745>

José Paulo De Melo-Abreu

Instituto Superior de Agronomia

Universidade de Lisboa, LEAF

Lisboa, Portugal

jpabreu@isa.utl.pt

<https://orcid.org/0000-0002-0667-9144>

RESUMO: O uso de funções não-lineares em função do tempo térmico (TT) permite modelar o crescimento dos frutos, independentemente da localização geográfica, estado de desenvolvimento ou diferenças climáticas. Esta simulação foi testada no crescimento do fruto da pereira (*Pyrus communis* L.) cv. 'Rocha', em pomares de alta densidade localizados em

¹ Artigo publicado em: Actas Portuguesas de Horticultura, nº 32 (2020): 207-217.

Alcobaça (Lat.: 39,496° N; Long.: 9,022° W; Alt.: 75 m). O TT foi calculado utilizando o modelo triangular (ou "dente de serra") após parametrização: $T_b = 0,18^\circ\text{C}$, $T_o = 21,30^\circ\text{C}$ e $T_x = 35,17^\circ\text{C}$. Verificou-se que o crescimento destes frutos em condições aproximadamente não-limitantes se ajusta bem aos modelos logístico e expolinear limitado superiormente, com os padrões de acumulação de matéria seca (MS) na fase linear a proporcionar taxas de crescimento de 0,00107 g de MS por °C h (i.e., 0,41g/d). No entanto, em situações de crescimento limitado, as curvas autocatalíticas revelam bom ajustamento e têm parâmetros que facilitam a interpretação do crescimento. A monitorização do crescimento complementada com o recurso a este modelo permite ao gestor atuar tecnicamente (monda de frutos, rega, nutrição), reagindo de forma antecipada a crescimentos insuficientes. Permite ainda manter o foco na qualidade e criação de valor com reforço do grau de previsibilidade das colheitas.

PALAVRAS-CHAVE: Crescimento potencial. Pereira 'Rocha'. RGR. Tempo térmico.

'ROCHA' PEAR (*PYRUS COMMUNIS* L.) FRUIT GROWTH SIMULATION IN RELATION TO THERMAL TIME

ABSTRACT: The use of non-linear functions as a function of thermal time (TT) allows

modeling of fruit growth, regardless of geographic location, developmental stage or climatic differences. This simulation was validated on the growth of 'Rocha' pear fruit, in high density orchards located in Alcobaça (Lat.: 39,496° N, Long.: 9,022° W, Alt.: 75 m). TT was measured using the triangular model (or "sawtooth model") after parameterization: $T_b = 0,18^\circ\text{C}$, $T_o = 21,30^\circ\text{C}$ and $T_x = 35,17^\circ\text{C}$. Fruit growth under approximately non-limiting conditions was fitted well both by logistic function and upper-limited expolinear model. In this model, DM accumulation in the linear phase provides growth rates of 0,00107 g dry matter per °C h (i.e., 0,41g/d). However, under limited growth conditions, autocatalytic curves depict a good adjustment and have meaningful parameters. Growth monitoring and the use of this model on data support management decisions (fruit thinning, irrigation, nutrition) will help to avoid insufficient growth. Additionally, it contributes to maintain the focus on quality and value creation and improves the prediction of final productivity.

KEYWORDS: Potential growth. 'Rocha' pear. RGR. Thermal time.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento dos frutos tem sido estudado com base em diversos modelos. Os modelos sigmóides caracterizam-se por uma assíntota superior que limita o tamanho final dos frutos e por uma inflexão que representa o ponto de alteração da aceleração do processo, passando de uma velocidade crescente para decrescente. O modelo logístico, de Gompertz e de Richardson são alguns exemplos amplamente divulgados na descrição dos padrões de crescimento (Richards, 1969; Hunt, 1982; Seber & Wild, 1989; Garritz *et al.*, 1993). A equação autocatalítica de três parâmetros é também usada no estudo de processos de crescimento biológicos, destacando-se por não introduzir perda de precisão face às equações convencionais de quatro parâmetros e por permitir um ajustamento mais rápido e facilitado pela estimativa dos parâmetros iniciais obtidos através da regressão linear da sua transformação logarítmica (Martins *et al.*, 2008). Contudo, distingue-se das anteriores por não possuir inflexão, sendo a velocidade decrescente em todo o seu domínio (Alvarez & Boche, 1999). Alguns autores procuraram descrever o crescimento dos frutos como duas secções lineares, a primeira centrada na divisão celular e a segunda na expansão celular (Schechter *et al.*, 1993). Esta descrição, apesar de bem ajustada na segunda parte do ciclo, não descreve corretamente o crescimento inicial. Já a equação expolinear de Goudriaan & Monteith (1990) evidencia o crescimento exponencial do peso seco no início do ciclo, seguido por uma fase de crescimento linear. Estes autores explicavam o crescimento inicial com o aumento exponencial da interceção de luz pelas folhas entretanto produzidas, completando-se depois a formação do aparelho foliar com a consequente estabilização da interceção de luz e respetiva linearização da

função de crescimento dos frutos. Em macieiras, Pratt (1988) atribuía a primeira fase de crescimento dos frutos à divisão celular que ocorre nas primeiras três a cinco semanas após a plena floração (SAPF) e a segunda à fase de expansão celular. A análise com base em acontecimentos cronológicos deve ser efetuada cuidadosamente, pois apesar de alguns autores confirmarem estas datas em pereira, Sterling (1954) verificou que a divisão celular na cultivar 'Bartlett' se prolongou até seis a oito SAPF na zona interior do fruto e até doze na periferia. Martins *et al.* (2008) salientavam ainda a necessidade de introdução de uma alteração à equação inicial de forma a limitá-la superiormente, pois o crescimento dos frutos não é indefinido e tende a estabilizar na fase final de crescimento.

Apesar do crescimento sigmoidal ser frequentemente obtido usando o diâmetro como medida do crescimento, a expressão em peso fresco ou peso seco é mais apropriada do ponto de vista da expressão do crescimento biológico.

A importância da temperatura no crescimento dos frutos e no desenvolvimento tem sido confirmada por diversos investigadores (Westwood, 1978; Haun & Coston, 1983), tendo-se demonstrado que a acumulação de unidades de calor ou de graus dia pode ser uma medida efetiva na determinação da evolução do crescimento. Apesar da dependência de fatores externos, o crescimento dos frutos pode depender de outras variáveis intrínsecas ao próprio fruto. Jackson (2003) referia que o aumento do tamanho das células dependia da deposição de novos materiais na parede celular, do influxo de solutos, do influxo de água (que depende da concentração de solutos), da plasticidade da parede celular, disponibilidade de água, transpiração, potencial hídrico da planta e das restrições impostas à extensibilidade da epiderme e camadas adjacentes.

Os modelos de crescimento devem procurar quantificar o carbono necessário ao crescimento dos frutos, evidenciando desta forma o seu poder de "sink". Devem ainda ser distinguidos os padrões de crescimento potencial, ocorrendo em disponibilidades ótimas de recursos e sem competição, dos padrões de crescimento atual, nas condições reais de recursos limitados e/ou competição com outros frutos (Lakso *et al.*, 1995).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O crescimento dos frutos foi avaliado entre abril de 2006 e agosto de 2010 em pereira (*Pyrus communis* L.) cv. 'Rocha', em pomares de alta densidade localizados em Alcoaça (Lat.: 39,496° N; Long.: 9,022° W; Alt.: 75 m) e ainda entre março de 2017 e agosto de 2018 em outros pomares localizados na mesma região e de menor densidade. Os dados obtidos entre 2008 e 2010 foram usados para calibrar um modelo de previsão de calibres à colheita e os dados obtidos em 2017 e 2018 serviram para a validação. Foram

usados valores do diâmetro máximo equatorial medido semanalmente em 90, 90 e 36 frutos, respetivamente para cada um dos anos usados na calibração e em 22 e 32 frutos nos anos usados para a validação. Todos os dados obtidos no período compreendido entre 2006 e 2010 foram usados para calibrar as relações entre o peso (fresco e seco) e o diâmetro equatorial máximo. As medições foram efetuadas com um paquímetro com capacidade de medição de 0 a 150 mm e precisão de 0,03 mm (Adolf Würth GmbH & Co. KG, Kunzelsau, Alemanha).

A determinação das temperaturas cardinais usadas no cálculo do tempo térmico foi efetuada pela minimização do quadrado dos erros entre os pesos estimados através da equação logística e os observados, num ajustamento de seis parâmetros, nomeadamente dos parâmetros da logística e das temperaturas cardinais. No cálculo do incremento horário de tempo térmico ($\Delta\tau_i$) foram usados todos os dados de temperatura do ar (T_i) disponíveis dos anos de 2008, 2009 e 2010 mediante o uso da seguinte função (1):

$$\Delta\tau_i = \begin{cases} 0 & T_i \leq T_b \\ (T_i - T_b) & T_b < T_i \leq T_o \\ \frac{T_x - T_i}{T_x - T_o} (T_o - T_b) & T_o < T_i \leq T_x \\ 0 & T_i > T_x \end{cases} \quad (1)$$

Nesta função T_b é a temperatura base, T_o é a temperatura ótima para o desenvolvimento e T_x é a temperatura crítica.

Para descrever o crescimento potencial dos frutos da pereira 'Rocha' foram selecionados para comparação o modelo logístico (2) e o expolinear limitado (3), respetivamente um modelo a três e outro a quatro parâmetros, os quais são descritos pelas seguintes equações:

$$W = \frac{W_0 W_{m\acute{a}x}}{W_0 + (W_f - W_0) e^{(-R_m T_a)}} \quad (2) \quad W = \left(\frac{C_m}{R_m} \right) \ln \left[\frac{1 + e^{R_m (TT_{ac} - t_b)}}{1 + e^{\frac{R_m (TT_{ac} - t_b) - \frac{W_{m\acute{a}x}}{C_m}}}} \right] \quad (3)$$

Nestes modelos, W representa o peso estimado do fruto (g), W_0 e $W_{m\acute{a}x}$ o peso inicial e o máximo assintótico, C_m a taxa de crescimento máxima absoluta (em ganho de peso por °C de TT_{ac} na fase linear), R_m a taxa de crescimento máximo relativo (em ganho de peso por unidade de peso e de TT_{ac}), TT_{ac} é o tempo térmico acumulado desde a plena floração (F_2) e t_b é vulgarmente designado por "lost time" e corresponde à interseção da fase linear sobre o eixo das abcissas.

O crescimento dos frutos em situações limitantes foi estudado após o ajustamento de curvas de crescimento autocatalíticas, que podem ser descritas pelo seguinte modelo (4):

$$W = \frac{W_{\text{máx}}}{1 + e^{-k(t-t_0)}} \quad (4)$$

Os parâmetros facilitam a interpretação do processo, sendo que $W_{\text{máx}}$ representa o peso máximo assintótico, k a RGR máxima e t_0 é ponto de inflexão da curva sobre o eixo das abcissas.

A AGR (“absolute growth rate”) (5) e a RGR (“relative growth rate”) (6) foram calculadas de acordo com as seguintes expressões:

$$AGR = \frac{\partial W}{\partial t} = \frac{W_1 - W_0}{t_1 - t_0} \quad (5) \quad RGR = \left(\frac{1}{W} \right) \left(\frac{\partial W}{\partial t} \right) = \frac{\partial(\ln W)}{\partial t} = \frac{h W_1 - h W_0}{t_1 - t_0} \quad (6)$$

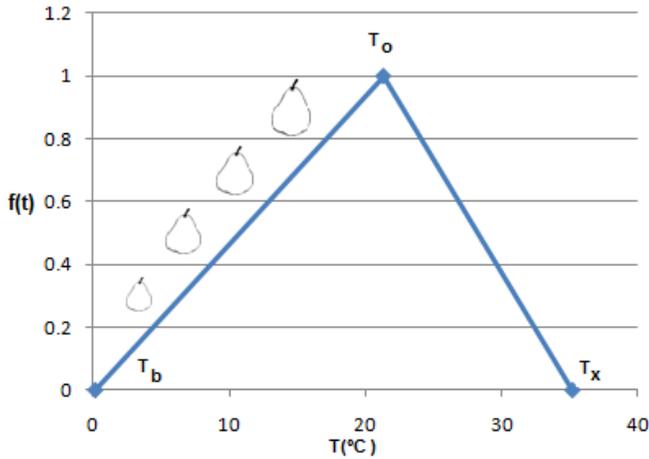
Para a previsão do peso final dos frutos foi calibrado um modelo linear que apresentava como variável independente o peso dos frutos com TT_{ac} de 35000°C h . A performance dos modelos foi avaliada usando métodos gráficos e estatísticos, concretamente, a raiz do erro quadrático médio (RMSE), o erro médio absoluto (MAE, expresso em % da média dos valores observados), o índice de concordância de Willmott (D, Willmott, 1984) e a eficiência de modelação (ME, Vanclay & Skovsgaard, 1997). São ainda apresentados o número de observações da amostra (N), o valor médio e respetivo desvio padrão dos valores observados (\bar{O} , s_o) e estimados (\bar{P} , s_p), bem como os coeficientes de determinação (r^2), a ordenada na origem (a) e o declive da reta de regressão (m).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas cardinais obtidas para o cálculo do tempo térmico através do modelo triangular proposto foram $T_b = 0,18^\circ\text{C}$, $T_o = 21,30^\circ\text{C}$ e $T_x = 35,17^\circ\text{C}$. A regressão obtida entre valores observados e estimados passando pela origem apresentou um declive de $0,993 (\pm 0,0009)$ e um coeficiente de determinação de $0,99$ ($N=8741$). Apesar de não existirem valores orientativos para a pereira, existem referências a temperaturas base (T_b) e a temperaturas críticas (T_x) para a macieira próximas dos valores determinados (Shaltout & Unrath, 1983; Putti *et al.*, 2003), facto expectável tendo em conta que pertencem à mesma subfamília. Desta forma, o uso de expressões não lineares na expressão do TT permite usar esta metodologia durante todo o ciclo e em diferentes climas. O uso do TT pode revelar-se especialmente inapropriado se for considerada uma resposta

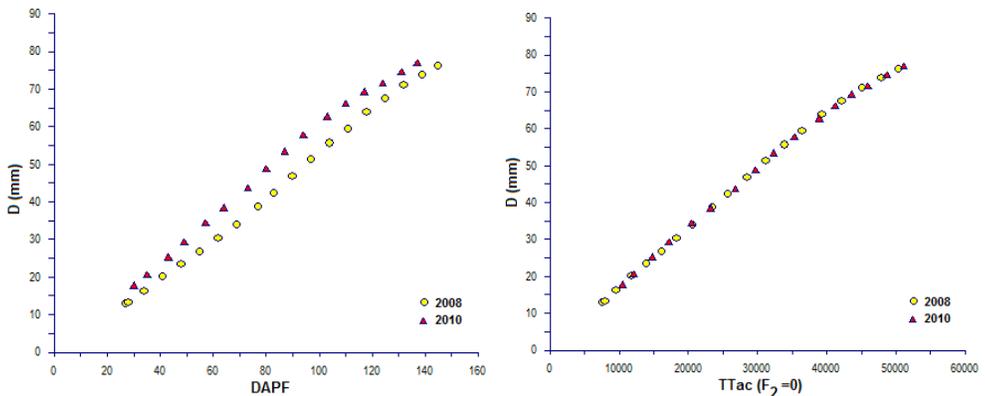
linear à temperatura, principalmente na segunda metade do ciclo em que a exposição a temperaturas elevadas é comum. A função proposta penaliza as temperaturas supra-ótimas nas respostas fenológicas (Figura 1).

Figura 1 – Função de ajustamento das temperaturas para cálculo do tempo térmico, sendo $\Delta t_i = f(t) \times (T_o - T_b)$.



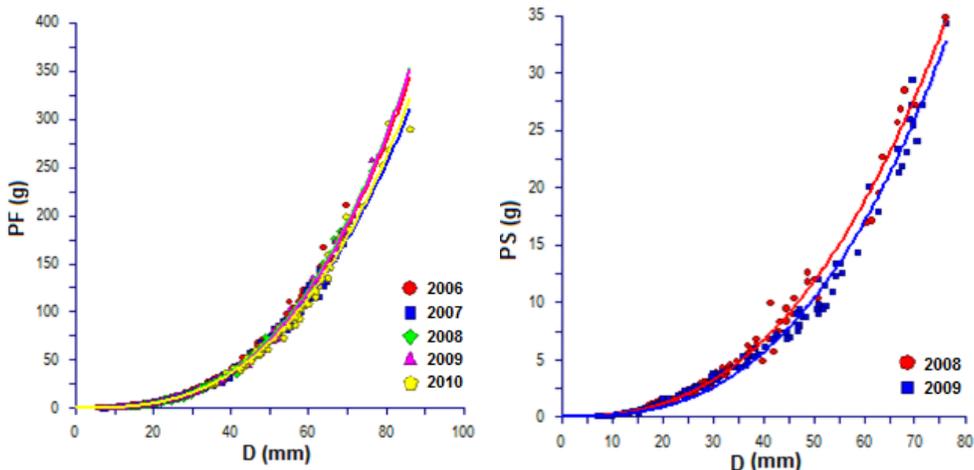
O uso do tempo térmico revela-se uma variável mais estável do que o tempo cronológico, geralmente expresso em dias após a plena floração (DAPF) e vulgarmente usado como simulador das fases de desenvolvimento (Figuras 2 e 3). Assim, as diferenças aparentes dos cursos do crescimento do diâmetro dos frutos desaparecem quando o crescimento foi reportado em relação ao tempo térmico. O recurso habitual ao tempo cronológico por parte de técnicos e produtores conduz frequentemente a inferências erradas sempre que se procuram comparar padrões de crescimento anuais ou referentes a zonas de produção distintas.

Figuras 2 e 3 – Evolução do diâmetro do fruto em tempo cronológico (dias após a plena floração) e em tempo térmico acumulado (°C h com $T_b = 0,18^\circ\text{C}$, $T_o = 21,30^\circ\text{C}$ e $T_x = 35,17^\circ\text{C}$ determinado a partir do estado fenológico F_2 da escala de Fleckinger).



Sendo o crescimento dos frutos um indicador fundamental de monitorização e ajustamento da performance dos pomares procurou-se relacionar o diâmetro equatorial máximo dos frutos (pela simplicidade e rapidez de medição) com outras variáveis de maior significado biológico. Verificou-se que o peso fresco e o peso seco se encontram bem relacionados com o diâmetro (Figuras 4 e 5).

Figuras 4 e 5 – Relação do peso fresco e seco do fruto (g) com o diâmetro equatorial máximo (mm).



As curvas obtidas para as amostras que relacionam o peso fresco com o diâmetro para cada um dos cinco anos são relativamente consistentes, rejeitando-se apenas três dos dez testes de igualdade possíveis, nomeadamente entre os anos de 2007 e 2008, 2007 e 2009 e entre 2008 e 2010 ($\alpha=0,05$). Os parâmetros A e B não diferem significativamente em nenhum dos casos. As parametrizações genéricas destas equações com o peso fresco e com o peso seco são apresentadas no Quadro 1.

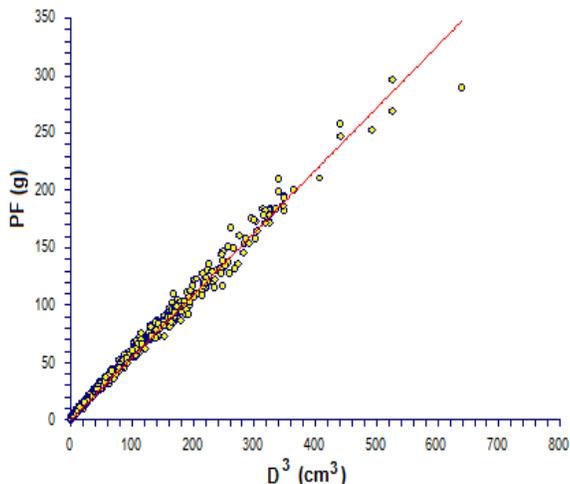
Quadro 1 – Parametrização geral das equações que relacionam o peso fresco (PF) e seco (PS) com o diâmetro.

Variável	Função	N	r ²	A	b
PF	$\rho = a \cdot d^b$	967	0,993	0,00110 ± 0,00005	2,83280 ± 0,01005
PS	$\rho = a \cdot d^b$	199	0,983	0,00038 ± 0,00008	2,62402 ± 0,03265

Verificou-se ainda que o peso do fruto estava linearmente relacionado com o cubo do seu diâmetro equatorial máximo. As regressões encontradas entre estas variáveis, usando o cubo do diâmetro como variável independente e o peso como variável dependente, apresentam um declive de 0,5422 ($\pm 0,0013$) para o peso fresco ($r^2=0,995$) e de 0,9810 ($\pm 0,0007$) para o peso seco ($r^2=0,981$). Na Figura 6 apresentamos a relação com o peso fresco que se revelou significativa, quer pela análise ao valor do coeficiente

de determinação obtido, quer pelo resultado do teste de comparação de médias entre os valores observados e estimados ($P(t)=0,053$; $N=978$).

Figura 6 – Relação do peso fresco (PF) com o cubo do diâmetro equatorial dos frutos (D).



Para a descrição do crescimento potencial dos frutos da pereira ‘Rocha’ foram ajustados o modelo logístico e o expolinear limitado, tendo ambos os modelos descrito o crescimento potencial dos frutos com bastante precisão ($r^2 = 0,99$) (Quadros 2 e 3). Contudo, o modelo expolinear conduziu a SQR mais baixas (Figuras 7 e 8).

Quadro 2 – Parametrização da curva de crescimento do peso fresco (PF) e seco (PS) em função do TT_{ac} referente ao modelo logístico.

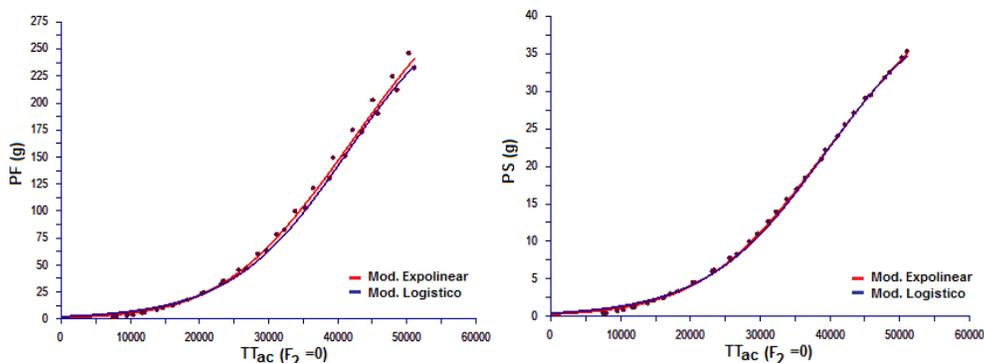
Variável	Modelo	N	r^2	W_0	$W_{máx}$	R_m
PF	Logístico	35	0,993	2,1400 ±0,00249	305,8104 ±0,2952	0,00012 ±0,0000
PS	Logístico	35	0,999	0,4300 ±0,00041	43,3573 ±0,04786	0,00012 ±0,0000

Quadro 3 – Parametrização da curva de crescimento do peso fresco (PF) e seco (PS) em função do TT_{ac} referente ao modelo expolinear.

Variável	Modelo	N	r^2	C_m	R_m	t_o	$W_{máx}$
PF	Expolinear	35	0,996	0,01043 ±0,00063	0,00016 ±0,00001	26145,810 ±761,6427	321,1915 ±22,2109
PS	Expolinear	35	0,999	0,00138 ±0,00004	0,00015 ±0,00001	23757,800 ±441,244	46,6769 ±0,9906

A observação das curvas referentes ao peso seco, permitem verificar que as taxas de crescimento em frutos crescendo em condições aproximadamente não limitantes são quase constantes durante a fase linear, sugerindo que as necessidades de carbono se mantêm desde o final do crescimento exponencial (64 a 77 DAPF) até à colheita. Estas datas coincidem com a fase de divisão celular na pereira (Sterling, 1954; Jackson, 2003). Lakso *et. al.* (1995) verificaram que na macieira o crescimento curvilíneo terminou entre 32 e 74 DAPF, consoante a cultivar e as condições climáticas. O uso do TT_{ac} com as temperaturas cardinais obtidas promoveu a sobreposição das curvas de crescimento que obtivemos em anos distintos, reforçando que a duração desta fase é altamente dependente da temperatura. Os mesmos autores referem ainda que a fase linear depende do número de células no córtex formadas durante a primeira fase.

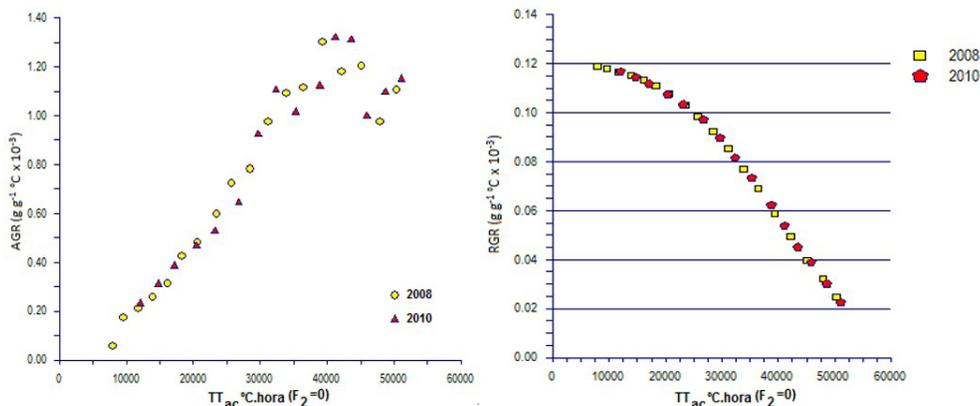
Figura 7 e 8 – Curvas de crescimento em peso fresco e peso seco para a pera 'Rocha' expressas em função do TT_{ac} ($^{\circ}C h$) a partir do estado F2 (Fleckinger) de acordo com os modelos logístico e expolinear limitado.



Os padrões de acumulação de MS na fase linear, considerando o TT_{ac} em t_0 (“lost time”) e à colheita e o respetivo PS nessas fases, dão-nos taxas de crescimento de $0,00107 g MS/^{\circ}C h$ de TT_{ac} , equivalentes a $0,41g/dia$. O uso de curvas de crescimento limitadas superiormente deve-se ao facto de o crescimento exponencial não poder ser sustentado indefinidamente. A representação gráfica do logaritmo do PS versus TT_{ac} mostra-se linear durante a fase exponencial seguida por uma redução da curva com o tempo.

Quando representada graficamente a AGR torna-se evidente a curva em forma de sino com as variações ao longo do tempo (Figura 9). Se considerada a RGR obtêm-se duas zonas com comportamento aproximadamente linear, mas com declives distintos, respetivamente antes e após se atingir o TT_{ac} de $27500^{\circ}C h$ (Figura 10). Pode ser ajustada uma curva única à RGR do tipo $A/(1+B x)$ com parâmetros A e B iguais a $0,00337$ e $0,00102$ respetivamente ($r^2=0,96$).

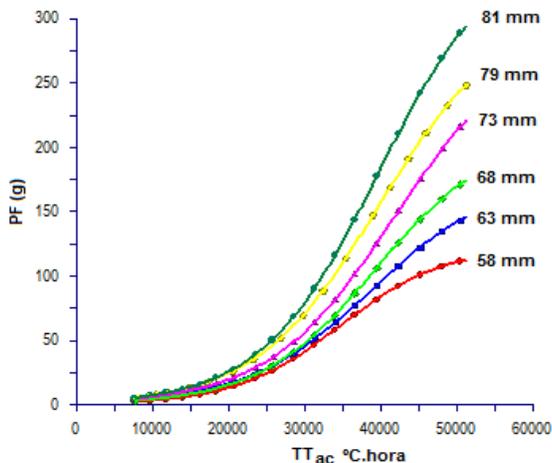
Figuras 9 e 10 – Variação da AGR (“absolute growth rate”) (esq.) e da RGR (“relative growth rate”) (dir.) com o TT_{ac} ($^{\circ}C\ h$) a partir do estado F2 (Fleckinger).



As relações obtidas ajudaram a compreender o crescimento potencial da pera ‘Rocha’, servindo atualmente como referencial de comparação do crescimento dos frutos em diferentes modelos de produção (formas de condução, intensidades de poda, carga de frutos ou dotações de rega).

Quando analisado o crescimento dos frutos em condições de recursos limitados (p.ex. carga excessiva) verifica-se que a equação expolinar não é adequada, facto já verificado por Lakso *et al.* (1995), mostrando que o efeito da competição entre frutos durante a divisão celular pode apenas ser modelado com esta função quando a carga final após a monda de frutos for baixa a moderada. Por outro lado, este modelo usa a RGR máxima como parâmetro de referência que, tal como foi atrás elucidado, ocorre logo no início do ciclo, enquanto o efeito da monda no número total de células ocorrerá posteriormente. Consequentemente, o ajustamento pode não ser tão bom se o efeito da carga for sentido no crescimento dos frutos. Assim, tendo por base que o crescimento real dos frutos geralmente se afasta do crescimento potencial, isto é, a carga real das árvores está desajustada da que proporciona frutos de maiores calibres, ajustaram-se curvas de crescimento autocatalíticas por revelarem bom ajustamento em situações de crescimento limitado e por facilitarem a interpretação dos seus parâmetros. De forma a permitir a modelação do crescimento dos frutos nesta situação, foram elaboradas curvas de crescimento por classes de calibre, agrupando frutos com peso final equivalente (Figura 11).

Figura 11 – Peso fresco previsto (PF) mediante o uso de curvas de crescimento autocatalíticas de referência em função do TT_{ac} ($^{\circ}C h$) a partir do estado F2 (Fleckinger).



Não obstante o interesse técnico e comercial da obtenção de previsões mais precoces, verifica-se que o crescimento dos frutos com TT_{ac} horários de 20000 a 30000 $^{\circ}C h$ não permite ainda evidenciar diferenças relevantes entre calibres, principalmente entre frutos cujo diâmetro máximo à colheita se aproxima. Esta análise parece evidenciar que para o calibre final dos frutos contribuem a divisão celular na fase inicial do ciclo e/ou a carga na segunda metade do ciclo de crescimento, significando que os frutos mais pequenos nesta fase serão ainda mais pequenos que os restantes à colheita e, por isso, a sua monda fundamental quando o objetivo comercial estiver focado na obtenção de calibres mais elevados. Os parâmetros das equações autocatalíticas referentes às curvas de crescimento apresentadas constam do Quadro 4. Com estes parâmetros é possível comparar as curvas de referência com as curvas de crescimento reais monitorizadas “in loco” e ajustar as previsões ao longo do ciclo.

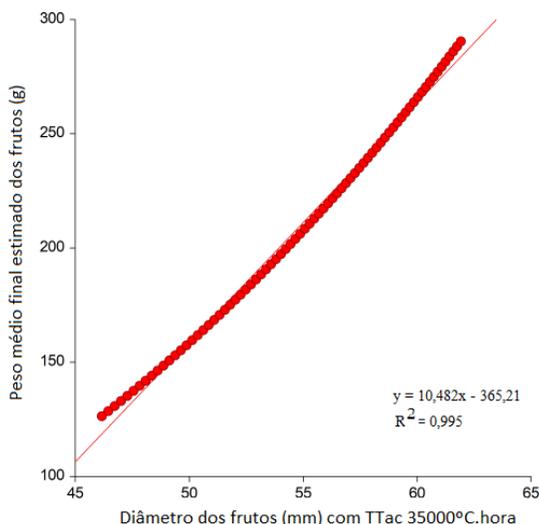
Quadro 4 – Parametrização de curvas de crescimento autocatalíticas do peso fresco (PF) em função do TT_{ac} ($^{\circ}C h$) para frutos de referência com diferentes diâmetros à colheita.

$$W = \frac{W_{m\acute{a}x}}{1 + e^{-k(t-t_0)}}$$

D_{final} (mm)				PF_{final} (g)
	$W_{m\acute{a}x}$	k	t_0	
58	122,608	0,000145	34592,048	111,355
63	176,285	0,000124	38498,955	143,188
68	210,377	0,000132	39212,154	171,059
73	291,083	0,000121	41694,375	215,722
79	306,835	0,000125	39553,016	248,084
81	357,680	0,000131	39500,414	288,329

Porém, em fases mais adiantadas do ciclo é possível prever com bastante aproximação o peso final dos frutos. A relação entre o peso médio dos frutos medido com TT_{ac} de 35000°C h (que em termos cronológicos correspondeu ao período que antecedeu em 4 a 6 semanas a colheita), com o peso final determinado à colheita mostrou-se bastante significativa ($P_f = 2.2175P_{TT35000}$; $r^2=0,943$), apresentando-se na Figura 12, após respectiva conversão do peso fresco em diâmetro por conveniência prática com os dados obtidos no campo.

Figura 12 – Peso médio final dos frutos (g) estimado a partir do diâmetro equatorial médio (mm) medido com $TTac = 35000^\circ C \cdot h$.



Este modelo foi validado com dados referentes aos ciclos de crescimento de 2017 (N=22) e 2018 (N=32), tendo-se obtido as estatísticas entre valores previstos e observados apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5 - Estatísticas obtidas na validação do modelo de previsão do peso final dos frutos para os anos de 2017 e 2018.

Indicador Analítico	N	\bar{y}	\hat{y}	s_{ob}	s_{est}	a, m	r^2	RMSE	MAE (%)	ME	D
Peso Final dos frutos (g)	54	125,54	120,60	24,26	23,36	5,942 0,913	0,90	9,07	5,78	0,86	0,91

Os valores obtidos permitem verificar o ajustamento deste modelo na previsão do peso médio dos frutos à colheita, dado o elevado coeficiente de determinação, eficiência de modelação e índice de concordância de Willmot e os valores reduzidos quer do erro médio absoluto (MAE), quer do valor do RMSE. O peso médio estimado após conversão

em diâmetro foi de 60,14mm face a um diâmetro médio observado de 60,99mm. Deve ser destacado o facto de terem sido usados diâmetros provenientes de diferentes pomares e ciclos culturais para calibração e validação do modelo, mostrando assim a sua robustez em diferentes condições edafoclimáticas.

4 CONCLUSÕES

A abordagem ao crescimento dos frutos recorrendo ao tempo térmico mostrou-se determinante para comparações interanuais, permitindo modelar o crescimento dos frutos, independentemente da localização geográfica, período do ciclo ou diferenças climáticas. Verificou-se que as estimativas obtidas a partir de 35000°C h (correspondente em termos cronológicos, aproximadamente, ao período que antecedeu em 4 a 6 semanas a colheita) estão bem relacionadas com os valores reais observados, apontando este modelo como uma ferramenta de elevada utilidade para ajustamento de operações culturais, planeamento logístico e comercial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, A. & Boche, S. 1999. **Modelos matemáticos para describir crecimientos doble sigmóideos en frutos de un nectarín tardío**. AgroSur 27: 21-27.
- Garritz, P., Bartuch, A. & Alvarez, A. 1993. **Crecimiento estacional de frutos de manzano de las variedades cv. 'Granny Smith'**. Agro Sur 21(2): 136-141.
- Goudriaan, J. & Monteith, J.L. 1990. **A mathematical function for crop growth based on light interception and leaf area expansion**. Ann. Bot. 66: 695-701.
- Haun, J.R. & Coston, D.C. 1983. **Relationship of daily growth and development of peach leaves and fruit to environmental factors**. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108: 666-671.
- Hunt, R. 1982. **Plant growth curves**. Ed: Edward Arnold Limited. London. p. 121-144.
- Jackson J.E. 2003. **Biology of Apples and Pears**. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lakso, A.N., Corelli-Grappadelli, L., Barnard, J. & Goffinet, M.C. 1995. **An expolinear model of the growth pattern of the apple fruit**. Journal of Horticultural Science, 70: 389-94.
- Martins, J.M.S., Rosa, A.R., Martins, S., Fialho, D. & Abreu, J. 2008. **Modeling the shape and growth of a pear**. Acta Hort. (ISHS) 800: 331-338.
- Pratt, C. 1988. **Apple flower and fruit: Morphology and anatomy**. Hortic. Rev. 10: 273-308.
- Putti, G. L.; Petri, J. L. & Mendez, M. E. 2003. **Temperaturas efetivas para a dormência da macieira (*Malus domestica* Borkh.)**. Revista Brasileira de Fruticultura, Vol.25 (2): 210-212.
- Richards, F.J. 1969. **The quantitative analysis of growth**. In: F.C. Steward (Ed.), Plant Physiology – A Treatise. Academic Press, New York, p. 3-76.
- Schechter, I., Proctor, J.T.A. & Elfving, D.C. 1993. **Reappraisal of seasonal apple fruit growth**. Canadian Journal of Plant Science, 73: 549-556.

- Seber, G. & Wild, C. 1989. **Nonlinear Regression**. John Wiley & Sons (Ed.), New York, p. 325-365.
- Shaltout, A.D. & Unrath, C.R. 1983. **Rest completion prediction model for “Starkrimson Delicious” apples**. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108: 957-961.
- Sterling, C. 1954. **Sclereid development and the texture of Bartlett pears**. Food Res. 19: 433-443.
- Westwood, M.N. 1978. **Temperate zone pomology**. W.H. Freeman, New York. p. 371-428.
- Vanclay, J.K. & Skovsgaard, J.P. 1997. **Evaluating forest growth models**. Ecol. Model. 98: 1-12.
- Willmott, C.J. 1984. **On the evaluation of model performance in physical geography**. In: Gaile, G.L. & Willmott, C.J. (Eds). Spatial Statistics and Models. D. Reidel Publishing. p. 443-460.

CAPÍTULO 7

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA QUALIDADE DOS FRUTOS DE NOVOS CLONES DE MACIEIRAS DA CULTIVAR 'GALA'¹

Data de submissão: 05/02/2021

Data de aceite: 26/02/2021

Claudia Sánchez Lara

Investigador Auxiliar
Fisiologia de Pós-Colheita
Instituto Nacional de Investigação Agrária e
Veterinária, I.P
Estação Nacional de Fruticultura Vieira
Natividade
Alcobaça, Portugal
claudia.sanchez@iniav.pt
<https://orcid.org/0000-0002-8596-7821>

Miguel Leão de Sousa

Investigador Auxiliar
Produção de Pomóideas
Instituto Nacional de Investigação Agrária e
Veterinária, I.P
Estação Nacional de Fruticultura Vieira
Natividade
Alcobaça, Portugal
miguel.leao@iniav.pt
<https://orcid.org/0000-0002-7218-3745>

RESUMO: A macieira (*Malus domestica* Borkh.) cultivar 'Gala' é atualmente, no que respeita à produção de maçã, a segunda cultivar mais importante da Europa

¹ Artigo publicado nas Actas Portuguesas de Horticultura, nº 32 (2020) pp. 344-352.

e a que apresenta maior crescimento mundial. A introdução de novos clones tem ocorrido de forma muito rápida, sem que seja conhecida a sua adaptabilidade às condições edafoclimáticas nacionais e a capacidade de resposta dos seus atributos a um mercado gradualmente mais exigente. A coloração da epiderme e os parâmetros relacionados com o sabor são cada vez mais procurados, acrescentando valor e procura comercial a este produto. Na base da seleção clonal estão também aspetos de natureza agronómica, como a produção, regularidade e intensidade da floração, precocidade da colheita, tamanho dos frutos, ramificação e hábitos de crescimento, entre outros. Com o intuito de estudar a adaptabilidade agronómica e comercial dos clones mais recentes da cultivar Gala', foi plantado um campo de ensaio em 2017 na ENFVN, Alcobaça, constituído pelos clones Schniga® SchniCo(s), Schniga® SchniCo Red(s), Redlum® Perathoner, Venus Fengal(s), Decarli Fendeca(s), Star® Galafab, Galaxy e Brookfield. Foram avaliados parâmetros físico-químicos, tais como o peso, a altura, o diâmetro equatorial, a dureza, a cor, a acidez titulável (AT), o pH e os sólidos solúveis totais (SST) e, ainda, o índice de qualidade à colheita (IQ=SST+10 AT). De um modo geral, verificou-se que os clones Galafab, SchniCo Red e Redlum mostraram tendência a originar

frutos com maior calibre e, conseqüentemente, peso médio. A análise físico-química evidenciou ainda um elevado conteúdo em SST, com um valor superior a 16 °Brix, nos frutos do clone Venus Fengal. Quanto à dureza, os valores mais elevados foram observados nos clones Galafab, Redlum, SchniCo Red e Brookfield, que apresentaram ainda frutos com maior acidez (5 a 5,3 g de ácido málico/L de sumo).

PALAVRAS-CHAVE: Maçã. Sólidos solúveis totais. Parâmetros físico-químicos. Índice de qualidade. Compostos antioxidantes.

PRELIMINARY ASSESSMENT OF FRUIT QUALITY OF NEW 'GALA' CLONES

ABSTRACT: The apple tree (*Malus domestica* Borkh.) cultivar 'Gala' is currently the second largest cultivar in Europe and the one with the highest growth in the world. The introduction of new clones has occurred very quickly, without enough knowledge about its adaptability to national soil and climatic conditions and the ability of their attributes to respond to a progressively more demanding market. The colour of the epidermis and the parameters related to taste are increasingly sought, adding value and commercial demand to this product. Several aspects of agronomic nature are also at the base of the clonal selection, such as the production, regularity and intensity of flowering, precocity of the harvest, size of the fruits, branching and growth patterns, among others. In order to study the agronomic and commercial adaptability of the most recent 'Gala' clones, an experimental field was planted in 2017 at ENFVN, Alcobaça, constituted by Schniga® SchniCo(s), Schniga® SchniCo Red(s), Redlum® Perathoner, Venus Fengal(s), Decarli Fendeca(s), Star® Galafab, Galaxy and Brookfield clones. Physical-chemical parameters such as weight, height, equatorial diameter, firmness, colour, titratable acidity (TA), pH, total soluble solids (TSS) and quality index at harvest ($QI = TSS + 10 TA$) were evaluated. In general, results showed that Galafab, SchniCo Red and Redlum clones produced fruits with larger calibre and, consequently, higher average weight. The physical-chemical analysis also showed a high content in SST, with values higher than 16 ° Brix in the fruits of Venus Fengal clone. Regarding firmness, the highest values were observed in the Galafab, Redlum, SchniCo Red and Brookfield clones, which also presented fruits with higher acidity, (5 to 5,3 g of malic acid/L of juice).

KEYWORDS: Apple. total soluble solids. Physicochemical parameters. Quality index. Antioxidant compounds.

1 INTRODUÇÃO

A maçã (*Malus domestica* Borkh.) cultivar 'Gala' é atualmente a segunda mais importante da Europa e a que apresenta maior crescimento a nível mundial (WAPA, 2018). Anualmente, são propostos novos clones, diferindo na abundância da floração, hábitos de crescimento, data de colheita ou parâmetros de qualidade, como sejam a coloração da epiderme, intensidade das estrias ou atributos associados ao sabor. A evolução rápida

dos mercados valoriza níveis elevados de coloração e penaliza a sua ausência, facto que tem conduzido a uma alteração dos clones plantados, quer pela coloração mais acentuada dos clones recentes, quer pela menor e acentuada perda dela por parte dos clones em produção nos pomares mais antigos. Atualmente, a maioria dos programas de seleção mundiais para a 'Gala' procura maior coloração vermelha da epiderme dos frutos, mais intensa e com menor taxa de regressão.

A pigmentação deve-se à acumulação de antocianinas durante a maturação e está relacionada com as características genéticas dos frutos (Warrington et al., 1990; Iglesias et al., 1999), além de ser fortemente influenciada pelas condições climáticas, nomeadamente pela intensidade luminosa e a temperatura (Lancaster, 1992; Faragher, 1993; Curry, 1997). A intensidade luminosa é a mais importante, não só pela sua intervenção nos processos bioquímicos envolvidos na produção de antocianinas, como também pela influência na fotossíntese e respetiva produção de assimilados. São ainda conhecidos os efeitos favoráveis das temperaturas médias moderadas e das elevadas amplitudes térmicas durante o período que antecede a colheita nos níveis de coloração dos frutos.

Contudo, a introdução de novos clones em regiões de produção diferentes das de onde foram selecionados, sem que sejam previamente testados nas novas condições edafoclimáticas, tem conduzido a uma grande heterogeneidade de oferta, muitas vezes distanciada da que melhor se adapta ao mercado e proporciona maior rendibilidade ao produtor.

As diferenças entre clones têm vindo a ser avaliadas, apresentando melhorias significativas face à cultivar standard mas com resultados que diferem consoante as regiões onde são avaliadas (Walsh & Volz, 1990; Sansavini et al., 1999; Rapillard & Dessimoz, 2000; Kruczynska et al. 2001; Iglesias et al., 2008).

Este trabalho pretende comparar dados referentes a alguns dos clones mais recentes da cultivar 'Gala' com os clones tradicionais mais cultivados na região do Oeste, percebendo o seu potencial de adaptabilidade à região e às tendências do mercado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos para avaliação foram colhidos num pomar de macieiras instalado em 2017 no Campo Experimental da Quinta Nova, pertencente à Estação Nacional de Fruticultura Vieira Natividade, Alcobaça (Lat. 39,549 N; Long. 8,957 W). O pomar foi plantado com árvores ramificadas com 2 anos de viveiro, aproximadamente 150 plantas por clone, distanciadas na linha a 0,90 m e na entrelinha a 3,50 m, sendo conduzido em eixo central revestido. O solo é de textura franca, pouco alcalino ($\text{pH}(\text{H}_2\text{O})=8,1$) e com baixo teor de matéria orgânica ($\text{MO}=0,75\%$). O coberto vegetal foi semeado com uma consociação de

gramíneas e leguminosas, sendo controlado por técnicas de não mobilização. A sanidade do pomar foi feita de acordo com as normas de produção integrada em vigor.

Os clones usados para avaliação foram a Schniga® SchniCo(s), Schniga® SchniCo Red(s), Redlum® Perathoner, Venus Fengal(s), Decarli Fendeca(s), Star® Galafab, Galaxy e Brookfield, fornecidos pelos viveiristas Griba e Quality Plant.

Os frutos foram colhidos no estado de maturação comercial (15 frutos/clone), na campanha 2017, e utilizados de imediato para a análise dos parâmetros indicadores de qualidade. Assim, a cor, caracterizada pela luminosidade (L^*) e as coordenadas cromáticas a^* e b^* (Sistema CIELAB), foi determinada com um colorímetro Minolta CR-300. Através das coordenadas do modelo CIELAB determinou-se a tonalidade da cor ($^{\circ}$ Hue). Determinou-se o peso de cada maçã e mediram-se o calibre e a altura dos frutos com um paquímetro digital Würth, sendo os resultados expressos em mm. A dureza da polpa foi determinada em três zonas equatoriais equidistantes usando um penetrómetro Penefel. Os resultados foram expressos em kg/cm². O conteúdo em sólidos solúveis totais (SST), expresso em °Brix, foi determinado com um refratômetro analógico manual (Atago ATC-1E), à temperatura ambiente. A acidez titulável (AT) foi determinada com recurso à volumetria ácido-base, por titulação do sumo (diluição 1:4 em água) com NaOH 0,1N, até pH 8,2, sendo os resultados expressos em g de ácido málico/L de sumo. O índice de qualidade (IQ) gustativa das maçãs, determinou-se através da fórmula $IQ = SST + 10 AT$, em que SST representa o conteúdo em açúcares totais, expresso em g/L e AT a acidez titulável do sumo das maçãs, em g de ácido málico/L.

Avaliou-se também o teor de compostos fenólicos dos frutos e a atividade antioxidante. O conteúdo em compostos fenólicos foi determinado espectrofotometricamente pelo método de Folin-Ciocalteu, sendo as absorvâncias lidas a 750 nm e a concentração de fenóis totais expressa em mg de equivalente de ácido gálico/100 g de amostra com base na utilização de uma curva padrão de ácido gálico (Singleton & Rossi, 1965). A atividade antioxidante foi determinada pelo método espectrofotométrico baseado na redução do radical livre estável DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil), sendo os valores de absorvância medidos a 515 nm e a capacidade antioxidante expressa em mg de equivalente de ácido ascórbico/100 g de amostra (Blois, 1958). As determinações foram feitas em triplicado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo foi avaliada a adaptabilidade agronómica e comercial de 8 clones da cultivar 'Gala', entre os quais destacam-se os mais recentes Schniga SchniCo, Schniga SchniCo Red, Redlum Perathoner, Venus Fengal, Decarli Fendeca e Star Galafab.

A apreciação visual dos frutos à colheita evidenciou que os clones mais recentes apresentam uma coloração vermelha mais intensa e homogênea que os clones mais tradicionais, a Galaxy e a Brookfield (Figura 1).

Figura 1 – Maçã ‘Gala’ clones Galaxy (esq.) e Star Galafab (dir.)



De facto, a análise colorimétrica dos frutos mostrou valores de °Hue próximos a 20 (Quadro 1), o que corresponde a tonalidades vermelhas muito intensas, com uma certa tendência para tons vermelhos ligeiramente azulados, como o indicam os valores baixos da coordenada cartesiana *b. Já os clones Galaxy e Brookfield apresentaram valores de *b que indicam tons vermelhos amarelados, o que resulta também de uma coloração vermelha influenciada por frutos com estrias mais evidentes. O clone Galafab foi o que apresentou o menor valor de °Hue, que se traduz numa epiderme com pigmentação vermelha escura, seguido pelos clones Schniga SchniCo, Schniga SchniCo Red e Venus Fengal (Quadro 1). Estes resultados estão em concordância com o reportado por Rapillard & Dessimoz (2000), que referem que cerca do 90% dos frutos dos clones ‘Gala’ analisados apresentaram uma coloração vermelha intensa em mais de dois terços da superfície. Já os frutos da cultivar ‘Gala’ standard apresentam apenas 40-45% da superfície com coloração vermelha (White, 1991). Quanto à luminosidade, os frutos dos clones Galaxy e Brookfield foram os mais brilhantes (Quadro 1).

Quadro 1 – Valores médios (\pm erro padrão, $n=15$) dos parâmetros colorimétricos L^* (luminosidade), a^* , b^* e °Hue (tonalidade), dos frutos dos diferentes clones de macieiras analisados à colheita.

Clone	L^*	a^*	b^*	°Hue
Galaxy	53,20 \pm 1,14	29,32 \pm 1,18	24,31 \pm 0,38	41,06 \pm 1,78
Brookfield	46,37 \pm 1,21	36,45 \pm 0,89	23,36 \pm 0,61	33,04 \pm 2,28
Star Galafab	32,03 \pm 0,28	33,05 \pm 0,42	11,02 \pm 0,36	18,81 \pm 0,58
Schniga SchniCo	34,24 \pm 0,57	35,25 \pm 0,63	13,79 \pm 0,84	20,90 \pm 0,90
Venus Fengal	35,07 \pm 0,90	34,14 \pm 0,66	14,07 \pm 1,08	21,68 \pm 1,20
Decarli Fendeca	35,98 \pm 1,28	35,34 \pm 1,03	15,67 \pm 1,36	22,85 \pm 1,51
Redlum Perathoner	37,94 \pm 0,48	39,79 \pm 0,37	19,42 \pm 0,56	25,78 \pm 0,57
Schniga SchniCo Red	33,50 \pm 0,39	34,39 \pm 0,45	13,47 \pm 0,43	21,08 \pm 0,40

Não obstante o sucesso destes clones na melhoria da coloração vermelha dos frutos, deve ser avaliada a resposta do consumidor na compra, na medida em que os ganhos de cor são conseguidos à custa de um fruto menos estriado e, por isso, fugindo aos padrões bicolors mais procurados pelo mercado. Ainda que o mercado possa responder negativamente aos clones com vermelho escuro mais intenso, deve notar-se que estes clones poderão adaptar-se melhor às regiões mais quentes e com menor amplitude térmica no período que antecede a colheita. A preferência por maçãs de clones com maior pigmentação vermelha na epiderme deve-se ao facto de serem percecionados como tendo melhor aparência e, por isso, considerados mais atrativos pelo consumidor. De facto, a coloração tem um papel muito importante na classificação dos frutos e, para o mercado, quanto maior a percentagem da superfície das maçãs com coloração vermelha maior a qualidade e o seu valor (Carew & Smith, 2004; Bonany et al., 2014). As gamas “Premium”, geradoras de alto valor acrescentado, procuram já frutos com 100% de coloração, pelo que a plantação de clones com maior coloração é potencialmente responsável por gerar melhores resultados ao produtor. Independentemente do clone, a coloração intensa dos frutos pode ser incrementada pela aplicação de tecnologias adequadas que melhorem a interceção e distribuição da radiação no interior do coberto vegetal e também por amplitudes térmicas mais acentuadas durante o período de maturação (Sturm et al., 2003). Para os resultados obtidos, podem também ter contribuído o facto de serem árvores jovens, no primeiro ano de produção, com os frutos bem iluminados, sem excesso de carga e sem registo de temperaturas elevadas que possam contrariar a formação de antocianinas (temperatura média nos 30 dias anteriores à colheita de 20,47°C). Estes fatores, contribuindo de igual forma para a formação de cor em todos os clones, evidenciam as diferenças no seu potencial genético que, no entanto, necessitarão de ser confirmadas num horizonte temporal mais alargado (mínimo 5 anos) bem como analisada a taxa de regressão de cor, muito comum nas mutações encontradas nesta variedade e que poderão comprometer a viabilidade comercial do pomar.

Relativamente às dimensões dos frutos, os clones Galafab, SchniCo Red e Redlum mostraram tendência a originar frutos com maior calibre, com valores de cerca de 75 mm (Quadro 2). Consequentemente, o peso médio destes frutos foi superior, apresentando valores entre 170 e 187 g. No estudo realizado por Iglesias et al. (2008), com frutos de 8 clones de ‘Gala’, todos apresentaram calibres iguais ou superiores a 70 mm. No entanto, contrariamente ao observado neste estudo, não foram observadas diferenças entre os clones, à semelhança do anteriormente reportado por Walsh & Volz (1990). Quanto à relação entre a altura e o diâmetro os valores variaram entre 0,87 para os clones Galaxy, Schniga SchniCo e Venus Fengal e 0,95 na Schniga SchniCo Red, tendência que terá de ser confirmada em anos posteriores e cruzada com as preferências do consumidor.

Quadro 2 – Valores médios (\pm erro padrão, $n=15$) do peso, altura, diâmetro e relação altura/diâmetro (A/D), dos frutos analisados à colheita.

Clone	Peso (g)	Altura (mm)	Diâmetro (mm)	A/D
Galaxy	149,8 \pm 3,6	61,8 \pm 0,8	71,4 \pm 0,7	0,87 \pm 0,01
Brookfield	124,8 \pm 3,1	59,9 \pm 1,2	65,0 \pm 0,7	0,92 \pm 0,01
Star Galafab	178,8 \pm 5,8	65,6 \pm 0,9	73,8 \pm 0,8	0,89 \pm 0,01
Schniga SchniCo	158,0 \pm 5,0	61,8 \pm 1,6	71,1 \pm 0,5	0,87 \pm 0,02
Venus Fengal	156,4 \pm 5,5	62,1 \pm 1,2	71,3 \pm 0,7	0,87 \pm 0,02
Decarli Fendeca	160,6 \pm 3,7	64,3 \pm 1,2	71,1 \pm 0,5	0,90 \pm 0,02
Redlum Perathoner	170,6 \pm 4,7	66,7 \pm 1,0	72,6 \pm 0,6	0,92 \pm 0,01
Schniga SchniCo Red	187,8 \pm 7,6	69,8 \pm 1,3	73,8 \pm 1,1	0,95 \pm 0,01

Quanto à firmeza, e embora todos os frutos tenham sido colhidos no mesmo momento, os valores mais elevados foram observados nos clones Galafab, Redlum, SchniCo Red e Brookfield (Quadro 3), sendo os frutos do clone Galafab os que mostraram a maior firmeza, com um valor superior a 8 kg/cm². Contrariamente, em estudos realizados por outros autores, não foram observadas diferenças de firmeza entre os clones de ‘Gala’ estudados, mesmo em diferentes anos ou datas de colheita (Sturm et al., 2003; Iglesias et al., 2008). Isto poderá indiciar que alguns dos clones poderão ser colhidos em data mais tardia e outros (Galaxy, Schniga SchniCo e Decarli Fendeca) poderão ter de ver a sua colheita antecipada para manter a firmeza nos intervalos atualmente recomendados (7-7,5 kg/cm²), implicando maior período de crescimento para os primeiros e menor para os últimos, com consequências no diâmetro e peso médio dos frutos. Poderá também significar que alguns clones poderão ser colhidos com firmezas superiores, sem perder qualidade nos outros atributos (ex. Star Galafab).

Quadro 3 – Valores médios (\pm erro padrão, $n=15$) de dureza, teor de sólidos solúveis totais (SST), pH, acidez titulável (AT) e índice de qualidade (IQ) dos frutos analisados à colheita. A acidez titulável é expressa em g ácido málico/L de sumo.

Clone	Dureza (kg/cm ²)	SST (°Brix)	pH	AT (g/L)	IQ
Galaxy	6,94 \pm 0,09	13,3 \pm 0,1	3,72 \pm 0,01	3,20 \pm 0,10	165,0
Brookfield	7,72 \pm 0,14	14,3 \pm 0,1	3,62 \pm 0,02	5,28 \pm 0,22	195,8
Star Galafab	8,35 \pm 0,15	14,1 \pm 0,3	3,64 \pm 0,01	5,05 \pm 0,12	191,5
Schniga SchniCo	6,85 \pm 0,16	15,4 \pm 0,3	3,77 \pm 0,01	4,22 \pm 0,10	196,2
Venus Fengal	7,15 \pm 0,16	16,3 \pm 0,3	3,55 \pm 0,01	4,54 \pm 0,12	208,4
Decarli Fendeca	6,88 \pm 0,25	15,4 \pm 0,2	3,79 \pm 0,02	4,64 \pm 0,16	200,4
Redlum Perathoner	7,83 \pm 0,20	14,3 \pm 0,2	3,61 \pm 0,02	4,33 \pm 0,13	186,3
Schniga SchniCo Red	7,80 \pm 0,22	14,2 \pm 0,3	3,52 \pm 0,01	5,32 \pm 0,27	195,2

A análise físico-química evidenciou ainda um elevado conteúdo em SST, um dos componentes mais importantes na qualidade organolética dos frutos, em todos os clones mais recentes, comparativamente com o clone Galaxy (Quadro 3). Em todos os casos observaram-se valores superiores a 14 °Brix, sendo o mais elevado o do clone Venus Fengal (16,3 °Brix), seguido pelos clones Schniga SchniCo e Venus Fengal com valores superiores a 15 °Brix. Diversos autores reportaram valores de SST entre 11 e 15 °Brix para diferentes clones de 'Gala' (Kruczynska et al., 2001; Sturm et al., 2003). Estes autores verificaram também que o conteúdo individual de açúcares, nomeadamente sacarose, glucose, frutose e sorbitol, também variou entre os diferentes clones, sendo sempre o açúcar maioritário a frutose, seguida da sacarose. Estes valores merecem especial destaque se considerarmos a grande procura do mercado por clones que produzam frutos com teor de sólidos solúveis totais (SST) mais elevados, abrindo portas a que se possa responder aos desafios da coloração e do SST em simultâneo.

Os clones Galafab, SchniCo Red e Brookfield, apresentaram os frutos com maior acidez, com valores entre 5,0 g e 5,3 g de ácido málico/L de sumo. Em geral, nos frutos dos diversos clones 'Gala', os ácidos orgânicos maioritários são os ácidos málico e cítrico, encontrando-se também pequenas quantidades de ácido fumárico (Sturm et al., 2003). Quando avaliado o IQ, que relaciona os conteúdos em SST e AT dos frutos, pode verificar-se que os clones recentes apresentam um maior índice de qualidade gustativa, comparativamente aos frutos do clone Galaxy (Quadro 3).

Do ponto de vista nutricional, as maçãs são reconhecidas por conterem quantidades significativas de compostos fenólicos, os quais desempenham um papel muito importante ao nível da saúde humana, estando associados a um efeito preventivo contra vários tipos de doenças como o cancro ou doenças cardiovasculares. Os principais tipos de compostos fenólicos encontrados nas maçãs são os ácidos fenólicos e os flavonóides, sendo os representantes dos ácidos fenólicos os ácidos hidroxicinâmicos e hidroxibenzóicos e os representantes dos flavonóides os flavan-3-óis, antocianinas, flavonóis e dihidrochalconas (Vanzani et al., 2005). A análise de compostos fenólicos totais neste estudo evidenciou diferenças notáveis entre os clones tradicionais (Galaxy e Brookfield) e os mais recentes, facto que pode constituir um forte argumento para a sua rápida dispersão comercial, assim os valores apresentados se confirmem nos estudos a realizar nos próximos anos (Quadro 4). O valor mais elevado foi observado no clone SchniCo Red, com um conteúdo de fenóis de 402,1 mg EAG/100 g de peso fresco, seguido pelo clone Redlum com 379,8 mg EAG/100 g. Já os clones Galafab e Schniga SchniCo apresentaram conteúdos 3 vezes superiores ao clone Galaxy.

A mesma tendência foi observada quanto à capacidade antioxidante dos frutos, sendo em todos os casos superior nos clones recentes (Quadro 4).

Quadro 4 – Valores médios (\pm erro padrão, $n=6$) do conteúdo em compostos fenólicos totais e da capacidade antioxidante dos frutos dos diferentes clones analisados à colheita. Abreviaturas: PF, peso fresco; EAG, equivalente de ácido gálico; EAA, equivalente de ácido ascórbico.

Clone	Compostos fenólicos (mg EAG/100 g PF)	Atividade antioxidante (mg EAA/100 g PF)
Galaxy	100,8 \pm 2,0	19,7 \pm 2,4
Brookfield	164,2 \pm 8,7	91,5 \pm 9,1
Star Galafab	344,1 \pm 21,8	177,6 \pm 8,7
Schniga SchniCo	330,8 \pm 27,3	154,4 \pm 6,6
Venus Fengal	286,1 \pm 11,1	145,8 \pm 10,4
Decarli Fendeca	238,2 \pm 60,1	120,1 \pm 25,3
Redlum Perathoner	379,8 \pm 14,5	153,9 \pm 8,6
Schniga SchniCo Red	402,1 \pm 33,8	157,5 \pm 6,7

4 CONCLUSÕES

Não obstante estarem a ser analisados resultados do primeiro ano de ensaios, merece destaque o facto dos novos clones de ‘Gala’ apresentarem características mais ajustadas às tendências do mercado que os clones atualmente predominantes nas principais regiões de produção. Embora a análise aos dados morfológicos deva ser efetuada de forma cautelosa, atendendo à idade do pomar, carga de frutos, vigor vegetativo ou hábitos de frutificação dos clones, os resultados das análises à coloração, índice de qualidade, composição em compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante indiciam que os clones propostos podem acrescentar valor, assim as características agronómicas (ex. facilidade de condução, boa resposta aos agentes de monda química, produção, regularidade, homogeneidade da maturação) mantenham ou acrescentem vantagens face aos clones standard. Os resultados deverão ser confirmados e selecionados os melhores clones para cada região do país, ajustando as suas características às respetivas condições edafoclimáticas, de forma a manter um produto mais uniforme, independentemente da região de produção. Os clones Schniga® SchniCo(s), Schniga® SchniCo Red(s), Redlum® Perathoner, Venus Fengal(s), Decarli Fendeca(s) e Star® Galafab parecem exibir potencial para responder aos desafios atuais dos mercados e colmatar as limitações intrínsecas a cada região de produção, devendo ser previamente testados em cada uma delas, selecionando o que otimizar o rendimento dos seus produtores.

5 AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado no âmbito do Grupo Operacional “SafeApple: Conservação da qualidade da maçã de Alcobaça: objetivo resíduos zero” (PDR2020-101-031742), financiado pela República Portuguesa e a União Europeia através do Programa de Desenvolvimento Rural 2014-2020. Os autores agradecem a Mário Santos e Paula Vasilenko (INIAV, IP) o apoio técnico nas análises de laboratório.

REFERÊNCIAS

- BLOIS, M.S. **Antioxidant determinations by the use of a stable free radical.** Nature 26: 1199-1200. 1958.
- BONANY, J., et al. **Preference mapping of apple varieties in Europe.** Food Quality and Preference. 32, 317–329. 2014.
- CAREW R, SMITH E G. **The value of apple characteristics to wholesalers in western Canada: A hedonic approach.** Canadian Journal of Plant Science, 84, 829–835. 2004.
- CURRY, E.A. **Temperatures for optimum anthocyanin accumulation in apple tissue.** J. Hortic. Sci. 72 (5), 723–729. 1997.
- FARAGHER, J.D. **Temperature regulation of anthocyanin accumulation in apple skin.** J. Exp. Bot. 34, 1291–1298. 1993.
- IGLESIAS, I., GRAELL, J., ECHEVERRI ´A, G., VENDRELL, M. **Differences in fruit colour development, anthocyanin content, yield and quality of seven ‘Delicious’ apple strains.** Fruit Varieties J. 53, 133–145. 1999.
- IGLESIAS, I., ECHEVERRÍA, G., SORIA, Y. **Differences in fruit colour development, anthocyanin content, fruit quality and consumer acceptability of eight ‘Gala’ apple strains.** Scientia Horticulturae 119: 32–40. 2008.
- KRUCZYNSKA, D., RUTKOWSKI K., CZYNCZYK, A. **Comparison of fruit quality, maturity, and storability of ‘Gala’ and red-coloured ‘Gala’ mutants (Malus domestica Borkh).** Folia Horticulturae 2, 83–87. 2001.
- LANCASTER, J.E. **Regulation of skin colour in apples.** Crit. Rev. Plant Sci. 10, 487–502. 1992.
- RAPILLARD, C., DESSIMOZ, A. **Differents clones de Gala.** Revue Suisse de Viticulture, d’Arboriculture et d’Horticulture 4, 233–237. 2000.
- SANSAVINI, S., BUSCAROLI, C., STAINER, R. **Instabilita dei mutanti del melo cv. ‘Gala’.** Rivista-di-Fruitticoltura-e-di-Ortofloricoltura 61 (10), 63–72. 1999.
- SINGLETON, V.L. & ROSSI, J.A. **Colorometry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents.** American Journal of Enology and Viticulture 16:144-158. 1965.
- STURM, K., HUDINA, M., SOLAR, A., VIRSCEK MARN, M., STAMPAR, F. **Fruit Quality of Different ‘Gala’ Clones.** Europ.J.Hort.Sci., 68 (4). S. 169–175. 2003.
- VANZANI, P., ROSSETTO, M., RIGO, A., VRHOVSEK, U., MATTIVI, F., AMATO, E., SCARPA, M. **Major phytochemicals in apple cultivars: Contribution peroxy radical trapping efficiency.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 53, p. 3377-3382. 2005.

WALSH, C.S., VOLZ, R. **'Gala' and the red 'Gala' sports: a preliminary comparison of fruit maturity.** Fruit Varieties J. 44 (1), 18–22. 1990.

WAPA. World Apple and Pear Association. <http://www.wapa-association.org>

WARRINGTON, I.J., FERREE, D.C., SCHUPP, J.R., DENNIS, F.G., BAUGHER, T.A. **Strain and rootstock effects on spur characteristics and yield of 'Delicious' apple strains.** J. Am. Soc. Hortic. Sci. 115, 348–356. 1990.

WHITE, A.G. **The 'Gala' apple.** Fruit Var. J. 45:2–3. 1991.

TRIOZA ERYTREAЕ EM CITRINOS – TRATAMENTO BIOLÓGICO COM *CHRYSOPERLA CARNEA*

Data de submissão: 03/02/2021

Data de aceite: 24/02/2021

Ana Álvares Ribeiro Marques de Aguiar

GreenUPorto & DGAOT

Faculdade de Ciências da

Universidade do Porto

Campus de Vairão

Rua da Agrária 747, 4485-646

Vairão, Portugal

aaguiar@fc.up.pt

<https://orcid.org/0000-0002-5606-5060>

Nuno Miguel Soares Martins de Carvalho

GreenUPorto & DGAOT

Faculdade de Ciências da

Universidade do Porto

Campus de Vairão

Rua da Agrária 747, 4485-646

Vairão, Portugal

<https://orcid.org/0000-0002-1162-8034>

Susana Maria Gomes Caldas Fonseca

GreenUPorto & DGAOT

Faculdade de Ciências da

Universidade do Porto

Campus de Vairão

Rua da Agrária 747, 4485-646

Vairão, Portugal

<https://orcid.org/0000-0003-4793-5965>

assinalada pela primeira vez em Portugal na ilha da Madeira em 1994 e cerca de 20 anos mais tarde na região do Porto. Apesar desta praga ser considerada um potencial vetor da bactéria floémica *Candidatus liberibacter* spp., agente causal de huanglongbing, também denominado Greening, os estragos diretos que causa justificam que seja dada atenção a esta praga, mesmo na ausência da bactéria. Assim os objetivos deste estudo foram: (i) conhecer a biologia e estragos da psila africana e obter material que possa contribuir para a divulgação desse conhecimento; (ii) conhecer a distribuição da psila africana na árvore; e (iii) avaliar a eficácia da aplicação do predador comercial *Chrysoperla carnea*. O estudo foi realizado no Campus de Vairão (Vila do Conde - Portugal). Fez-se uma descrição da psila nos vários estados de desenvolvimento e dos estragos em citrinos. Para conhecer a distribuição na árvore foram efetuadas observações em círculos com 56 cm de diâmetro em 39 limoeiros, verificando-se maior número de rebentos, atacados e não atacados, nas zonas da copa orientadas a sul e a poente, seguido de nascente e por último norte ($\alpha=0,05$). A proporção dos rebentos atacados para os quatro quadrantes não foi significativamente diferente ($\alpha=0,05$), sendo em média $0,92 \pm 0,03$. Para o estudo da eficácia da aplicação do predador foram selecionadas 10 árvores

RESUMO: A psila africana, *Trioza erytreae* (Del Guercio) (Hemiptera: Triozidae), foi

(4 limoeiros, 4 laranjeiras e 2 tangerineiras) tendo sido aplicado o predador em 5 das 10 árvores. A incidência, medida pela presença da praga em cada folha, não diferiu significativamente entre as árvores tratadas e não tratadas ($\alpha=0,05$). A quantificação da severidade, medida numa escala de zero a três, permitiu concluir que o tratamento reduziu significativamente a população da praga ($\alpha=0,05$), podendo considerar-se que o tratamento foi eficaz.

PALAVRAS-CHAVE: Psila africana. Limoeiro. Laranjeira. Tangerineira. Ninfas. Praga.

TRIOZA ERYTREA IN CITRUS – BIOLOGICAL CONTROL WITH *CHRYSOPERLA CARNEA*

ABSTRACT: The African citrus psyllidae, *Trioza erytreae* (Del Guercio) (Hemiptera: Triozidae), was first noted in Portugal on the island of Madeira in 1994, and 20 years later in the Porto region in January 2015. In spite of this pest be considered a potential vector of the ploem-limited bacteria *Candidatus liberibacter* spp., causal agent of huanglongbing also called Greening, the direct damage caused by this pest justifies attention to this pest, even in the absence of the bacteria. Thus, the objectives of this study were: (i) to know the biology and damage of the African psyllid and to obtain material that may contribute to the dissemination of this knowledge; (ii) to know the distribution of the African psyllid in the tree; (iii) to evaluate the efficacy of the commercial predator *Chrysoperla carnea*. The study was conducted at Vairão Campus (Vila do Conde - Portugal). A description of the psyllid is made in the various stages of development and damage in citrus trees. In order to know the distribution (on the tree), observations were made in circles with a diameter of 56 cm in 39 lemon's trees and the results showed that the number of flushes, attacked and not attacked, was greater in south and west, followed by east and lastly north quadrant. The proportion of flushes attacked by the psyllid was not significantly different for the four quadrants ($\alpha=0,05$), and was in average $0,92 \pm 0,03$. To evaluate the efficacy of the release of the predator, 10 citrus trees were selected (4 lemon, 4 orange and 2 mandarin) and the predator was released in 5 of the 10 trees. The incidence, measured by the presence or absence of the pest in each leaf, is not significantly different in treated and untreated trees ($\alpha=0.05$). The severity, measured on a scale of zero to three, allows us to conclude that the treatment reduced the pest population to significant levels ($\alpha=0.05$) leading to conclude that the treatment was effective.

KEYWORDS: African citrus Psyllidae. Lemon tree. Orange tree. Mandarin tree. Nymphs. Pest.

1 INTRODUÇÃO

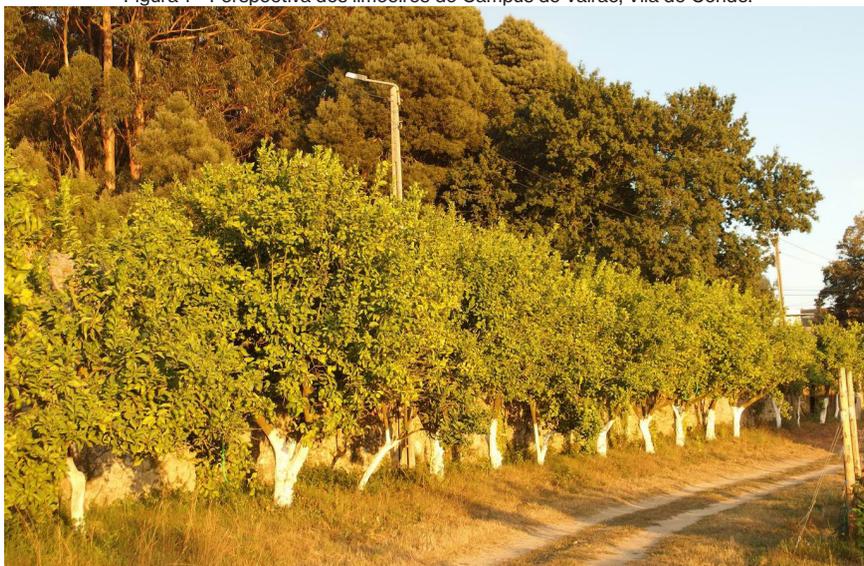
A psila africana, *Trioza erytreae* (Del Guercio) (Hemiptera: Triozidae), foi assinalada pela primeira vez em Portugal na ilha da Madeira em 1994 (Carvalho & Aguiar, 1997) e cerca de 20 anos mais tarde na região do Porto em janeiro de 2015 (EPPO, 2015), estando atualmente presente em toda a costa oeste do território continental de Portugal desde o

rio Minho até à península de Setúbal (DGAV, 2018). Ainda que a maior preocupação com esta praga se deva ao seu papel como vetor da bactéria floémica *Candidatus liberibacter* spp., agente causal de huanglongbing também denominado Greening, inscrita na lista A1 da EPPO (EPPO, s.d.), os estragos diretos que causa, incluindo o enfraquecimento da árvore e a diminuição da produção (DRAPN, 2015), justificam que seja dada atenção a esta praga. O Greening é considerado a doença mais devastadora em citrinos (Bové, 2006), sendo que presentemente a bactéria causadora desta doença não está presente na Península Ibérica (Cocuzza et al., 2017; EPPO, s.d.). A psila africana é uma praga recente em Portugal continental e, ainda que a sintomatologia que causa seja facilmente reconhecida, há (ainda) reduzido conhecimento do inseto e dos meios de luta eficazes, nomeadamente de luta biológica. Dada a importância da praga e o facto de ser potencial transmissora do agente causal do huanglongbing, têm sido recomendados com carácter de obrigatoriedade, medidas culturais e tratamentos químicos (DRAPN, 2015; DGAV, 2017), mas não há, tanto quanto sabemos, dados sobre a eficácia de luta biológica. Pelo que importa dar a conhecer a praga e levar a cabo ensaios, tendo em vista a redução da sua população.

Foram objetivos deste trabalho:

- i. Conhecer a biologia e estragos da psila africana e obter material que possa contribuir para a divulgação desse conhecimento;
- ii. Conhecer a distribuição da psila africana na árvore;
- iii. Avaliar a eficácia da aplicação do predador comercial *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae).

Figura 1 – Perspectiva dos limoeiros do Campus de Vairão, Vila do Conde.



Fonte: autor Nuno Carvalho

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios de campo realizaram-se na Quinta do Crasto no Campus de Vairão, concelho de Vila do Conde, em limoeiros plantados há mais de 40 anos e nas laranjeiras e tangerineiras do novo pomar (**figura 1**).

Biologia da psila africana e estragos em citrinos

Entre abril e setembro de 2018 foram efetuadas observações de campo e fotografadas com uma câmara Olympus XZ2 folhas e rebentos com a praga e folhas com sintomas; foram também efetuadas observações de exemplares à lupa binocular Nikon SZ1000.

Distribuição da psila africana na árvore

Para conhecer a distribuição da psila africana na árvore, foram selecionados os limoeiros que apresentavam a copa bem desenvolvida, mas não demasiado alta, num total de 39 árvores. Foi utilizado um círculo com 56 cm de diâmetro como referido em DGPC (2005) e colocado à altura dos olhos sucessivamente em quatro posições da canópia, um círculo em cada ponto cardeal (**figura 2**). Dentro de cada círculo, nas 39 árvores, contou-se o número total de rebentos, e entre estes o número de rebentos atacados, sendo assim possível determinar a proporção de rebentos atacados. Com o objetivo de avaliar a influência das quatro orientações cardeais no número de rebentos nas 39 árvores, os resultados foram tratados aplicando o teste de Friedman (teste não paramétrico em amostras emparelhadas) visto ter-se verificado previamente pelo teste da normalidade de Shapiro Wilk que as amostras não seguiam distribuições normais, com um nível de significância de $\alpha=5\%$. Foi de seguida realizado o teste de comparação múltipla de médias de Tukey para ordens, com um nível de significância de $\alpha=5\%$.

Figura 2 – Círculo com 56 cm colocado sobre um limoeiro.



Fonte: autor Nuno Carvalho

Ensaio de tratamento biológico

Para avaliar a ação da aplicação do predador comercial *C. carnea*, foram selecionados quatro limoeiros, quatro laranjeiras, e duas tangerineiras, num total de dez árvores. Em cada árvore identificaram-se os dois rebentos mais novos e em cada um foram marcadas, com etiquetas, duas folhas, num total de quatro folhas por árvore. Em cada folha marcada foram registados os ovos e ninfas de forma a obter a incidência e a severidade do ataque (Moraes, 2007). A incidência foi obtida pelo número de folhas atacadas com psila (ovos ou ninfas) e a severidade pela classificação de cada folha em quatro classes (0, 1, 2 e 3) da seguinte forma: na primeira data (antes do tratamento) para ovos e para ninfas em cada folha e, na segunda data (depois do tratamento), apenas para ninfas (dado que a haver ovos estes seriam de uma postura posterior ao tratamento). Para a primeira data foi, depois, efetuada uma combinação das duas classificações (ovos e ninfas) numa tabela única que permitiu obter a classe de severidade (**quadro 1**):

0=sem psila | cor verde no quadro

1=ataque incipiente (um ovo ou uma ninfa) | cor azul no quadro

2=ataque médio (um a dez ovos e/ou ninfas) | cor amarelo no quadro

3=ataque intenso (mais de dez ovos e/ou ninfas) | cor salmão no quadro

Quadro 1 – Classes de severidade, numa escala de zero a três, para a primeira e segunda datas (antes e depois).

Classes de severidade para a primeira data (antes)					Classes de severidade para a segunda data (depois)	
cl. ovos	cl. ninfas				cl. ninfas	
0	0	1	2	3	0	zero
1	1	2	3	4	1	uma ninfa
2	2	3	4	5	2	duas a dez ninfas
3	3	4	5	6	3	mais de dez ninfas
0	zero (ausência)					
1	incipiente (um ovo ou ninfa)					
2	médio (um a dez ovos ou ninfas)					
3	intenso (mais de dez ovos ou ninfas)					

Este procedimento foi efetuado imediatamente antes do tratamento e repetido uma semana depois. O tratamento consistiu na aplicação do predador *C. carnea*, *Crysopa*® (Koppert), em cinco das 10 árvores (dois limoeiros, duas laranjeiras e uma tangerineira), tendo sido aplicados cerca de 50 indivíduos por árvore. Os resultados da incidência foram tratados aplicando o teste de Mc Nemar (teste não paramétrico à contagem de casos em amostras emparelhadas) e os resultados da severidade com o teste de Wilcoxon (teste não paramétrico à média populacional de amostras emparelhadas) com um nível de significância de $\alpha=5\%$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Biologia da psila africana e estragos em citrinos

A psila africana pode ter 3 a 8 gerações por ano (Tamesse & Messi, 2004), sendo que cada uma tem a duração de cerca de 43 a 115 dias (Carvalho & Aguiar, 1997). Este inseto não entra em diapausa (CABI, 2018).

Ovos

Os ovos da *Trioza erythrae* são amarelos, pontiagudos, oblongos (**figura 3**). Segundo Carvalho & Aguiar (1997) os ovos são dotados de um pedúnculo que lhes permite fixarem-se ao tecido vegetal, podendo, cada fêmea, fazer posturas até 2000 ovos. A cor varia do amarelo ao laranja escuro dependendo do estado do desenvolvimento embrionário. A maior parte dos ovos observados encontravam-se na margem das folhas dos rebentos mais recentes, tal como descrito em (Moran & Blowers, 1967).

Figura 3 – Ovos de *Trioza erythrae*.



Fonte: autor Nuno Carvalho

Ninfas

Neste trabalho foram observadas ninfas a deslocar-se na folha e a levantar-se ligeiramente (fechando-se novamente). Em folhas retiradas das árvores, as ninfas, por nós incomodadas, deixaram a galha (concaividade na folha provocada pela ninfa) onde se

encontravam, até encontrar outra galha. Constatou-se que têm capacidade de rodar sobre si próprias, com bastante facilidade. As ninfas são sedentárias, salvo se incomodadas (Moran & Blowers, 1967). As ninfas ilustradas nas **figuras 4, 5 e 6** são dorsoventralmente comprimidas, com filamentos marginais brancos, e cor variável do amarelo/laranja ao verde; sendo visíveis, nos 4º e 5º instares dois pontos negros na parte posterior do abdómen (Cocuzza et al., 2017).

Figura 4 – Ninfas de *Trioza erytreae*.



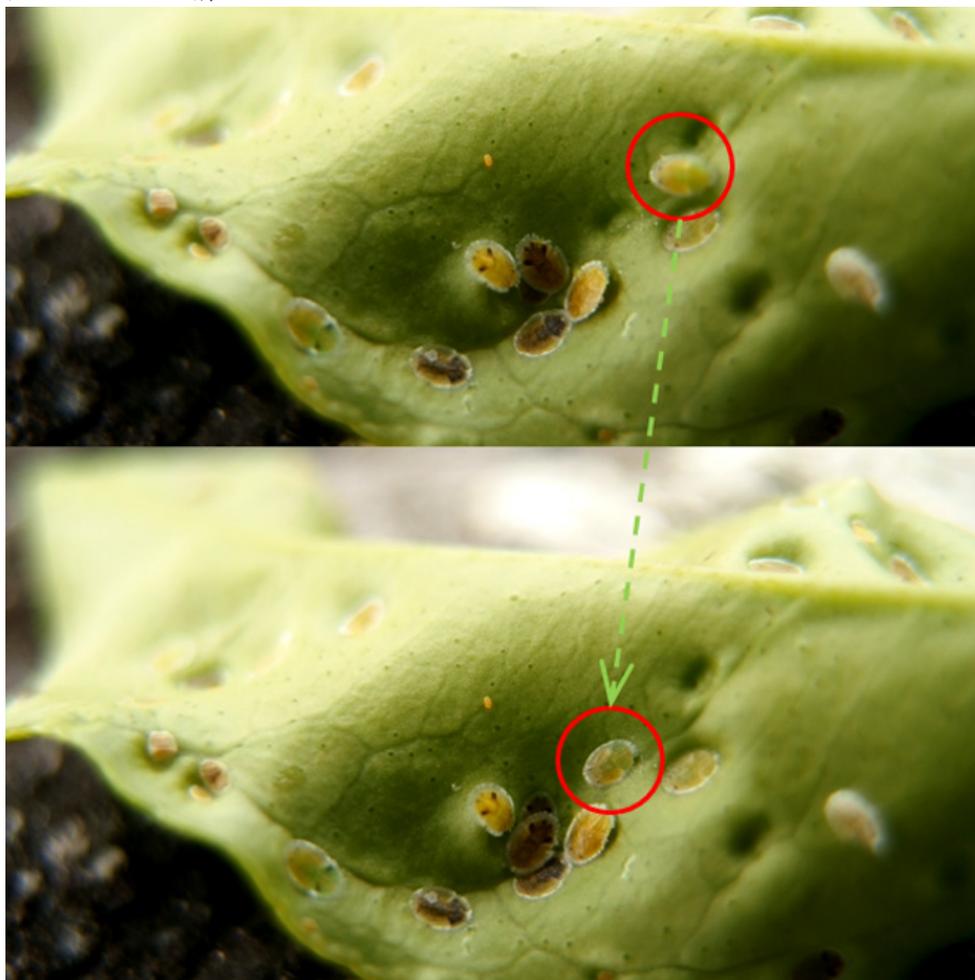
Fonte: autor Nuno Carvalho

Figura 5 – Vista das galhas na parte superior da folha, onde surge uma ninfa a deslocar-se.



Fonte: autor Nuno Carvalho

Figura 6 – Ninfa que se deslocava (assinalada com círculo vermelho) e que, após ter encontrado uma galha vazia (concaidade na folha), por lá ficou.

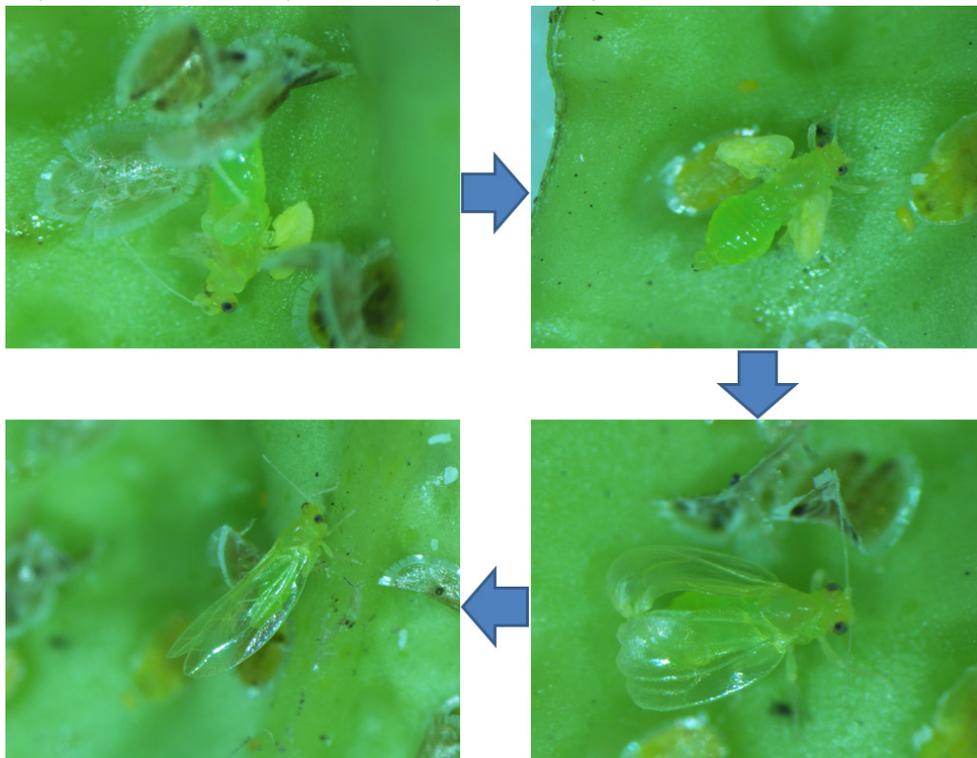


Fonte: autor Nuno Carvalho

Adultos

Da emergência da ninfa e com a libertação da exúvia (de cor branca) surge o adulto que inicialmente é de cor verde claro (**figura 7**), tendo uma forma distinta daquela que terá quando for capaz de voar em que é bastante mais esbelto (**figura 8**) e de cor castanha. No intervalo de tempo, de 16 minutos, ilustrado na **figura 7** o inseto é uma presa fácil, visto que ainda não é capaz de voar. O adulto tem cerca de 4 mm de comprimento (Moran & Blowers, 1967) sendo a fêmea ligeiramente maior que o macho. Os adultos observados estavam sempre nos rebentos jovens o que está de acordo com as observações de Berg et al. (1990) que afirmam que 75 a 100 % da população está nos rebentos jovens e estabelece como causa o comportamento positivamente fototático.

Figura 7 – Adulto de *Trioza erytreae*, em diversas etapas do seu desenvolvimento. Na primeira imagem surge a libertar-se da exúvia, e na 4.ª imagem já com a forma praticamente final, mas ainda na cor verde. No intervalo de tempo ilustrado o insecto é uma preza fácil, visto que ainda não é capaz de voar.



Fonte: autor Nuno Carvalho

Figura 8 – Adultos e ovos de *Trioza erytreae*.



Fonte: autor Nuno Carvalho

Sintomatologia e estragos causados em citrinos

A psila africana desenvolve-se em plantas da família das Rutáceas incluindo citrinos e espécies não cultivadas (EPPO, s.d.). É notória a forte relação dos ataques de psila africana com a presença de rebentação nova na árvore (**figura 9**), tal como a lagarta mineira dos citrinos «os limoeiros com a sua rebentação mais contínua e abundante, nos períodos em que são também abundantes as fêmeas de *P. citrella*, subordinam-se mais do que outros citrinos às consequências de posturas mais elevadas» (Carvalho et al., 2000). Uma vez que os limoeiros são, de entre os citrinos, os que apresentam maior número de rebentações, 3 a 4 por ano, podendo ser de forma contínua durante vários meses, é nos limoeiros que os ataques são mais severos (Pérez-Otero et al., 2015). Os sintomas, que induzem uma marcante alteração estética da árvore, são muito característicos: na página inferior da folha são visíveis galhas abertas onde as ninfas se mantêm instaladas e aderentes ao hospedeiro (**figura 10**). As picadas de alimentação das ninfas dão origem a galhas e deformações nas folhas, que se apresentam atrofiadas, encarquilhadas, enroladas e amareladas (**figuras 11 e 12**).

Figura 9 – Rebento sujeito a análise, no qual foram seleccionadas duas folhas. As imagens diferem de sete dias.



Fonte: autor Nuno Carvalho

Figura 10 – Página inferior da folha onde são visíveis diversas galhas: com ninfas; vazias; e vazias com exúvia.



Fonte: autor Nuno Carvalho

Figura 11 – Ramo de limoeiro com folhas severamente atacadas, com subsequente queda das folhas.



Fonte: autor Nuno Carvalho

Figura 12 – Em ataques extremamente severos os citrinos ficam quase irreconhecíveis.



Fonte: autor Nuno Carvalho

Esta sintomatologia está fortemente associada à rebentação nova uma vez que a sobrevivência das ninfas depende da disponibilidade de tecido vegetal tenro. Quando as folhas ficam mais duras, as ninfas, mesmo sendo essencialmente sedentárias, deslocam-se para os rebentos novos (Berg et al., 1991). Tal como na mineira, neste panorama fenológico, em que se relaciona o sincronismo da rebentação com a intensidade dos ataques, deve salientar-se a importância do clima assim como das práticas culturais, na expressão da intensidade e escalonamento dos fluxos da rebentação (Carvalho et al., 2000). A presença disseminada de limoeiros nas regiões da Galiza (Espanha) e noroeste de Portugal (planta comum em quintais e quintas) associado ao clima fresco e húmido, faz com que nestas regiões a praga esteja, neste momento, instalada. Diferentemente, temperaturas extremas no verão podem reduzir a população por causar forte mortalidade, em especial em ovos e ninfas dos primeiros instares (Cocuzza et al., 2017). Do material transportado para o laboratório foi possível observar larvas de crisopa a perfurarem ovos (um de cada vez, e durante alguns períodos de forma contínua) de psila, sugando, de seguida, o seu conteúdo através das duas maxilas (**figura 13**) e uma outra crisopa a capturar um adulto de psila travando com este uma violenta batalha que arrancou parte do corpo (**figura 14**).

Figura 13 – Aspecto de um ovo de *Trioxa erytreae* imediatamente antes de ser sugado e depois de sugado.



Fonte: autor Nuno Carvalho

Figura 14 – Crisopa, numa placa de petri, após ter travado uma violenta batalha com uma psila (que surge na imagem já sem vida), na qual arrancou parte do corpo, que segura com as suas maxilas.



Fonte: autor Nuno Carvalho

Distribuição da psila africana na árvore

No que concerne à análise de rebentos, as estatísticas descritivas encontram-se no **quadro 2**. Verificaram-se diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) entre o número médio de rebentos para as diferentes orientações cardeais ($p < 0,05$). Da comparação múltipla das médias para ordens (teste de Tukey) verificou-se maior rebentação nas zonas da copa expostas a sul e a poente, seguida da nascente e por último a norte. De notar que para esta distribuição poderá ser determinante o facto das árvores estarem dispostas em alinhamento e muito próximas de um muro que as protege dos ventos frios do norte. Relativamente à proporção de rebentos atacados pela praga em função do quadrante (**quadro 3**) não foi possível encontrar diferenças significativas entre os quadrantes com um nível de significância de $\alpha = 5\%$ (teste à proporção populacional entre amostras independentes (norte e sul)). Tais resultados fornecem fortes evidências de que a proporção média de rebentos afetados foi de $0,92 \pm 0,03$, valor este extremamente elevado. Apesar de não se terem verificado diferenças significativas na incidência desta praga entre as diferentes orientações cardeais, como se sabe que esta praga vive apenas na rebentação nova e que do lado em que o sol incide (este, sul e oeste) há mais rebentação, isso explica que nos avisos para tratamento químico seja recomendada a aplicação dirigida ao lado sul (Cocuzza et al., 2017).

Quadro 2 – Estatística descritiva do número de rebentos nos círculos das 39 árvores de citrinos distribuídos pelas quatro orientações cardeais.

Orientação cardinal	norte	sul	este	oeste
Média	0,4	2,8	1,5	2,3
Desvio-padrão	0,8	2,3	1,5	2,1
Mediana	0	2	1	2

Quadro 3 – Proporção de rebentos afetados pela psila nos círculos das 39 árvores de citrinos distribuídos pelas quatro orientações cardeais.

Orientação cardinal	norte	sul	este	oeste
Número total rebentos	16	108	57	89
Número total rebentos afetados	16	97	54	81
Proporção rebentos afetados	1,00	0,90	0,95	0,91

Ensaio de tratamento biológico

A incidência, medida pela presença ou ausência da praga em cada folha, foi comparada para as folhas das árvores com tratamento e sem tratamento. O teste de Mc Nemar mostrou que as diferenças da incidência antes e depois não foram significativas, ($p > 0,05$) (**quadro 4**). A redução da severidade não foi significativa para as árvores sem tratamento ($p = 0,109 > 0,05$), mas foi significativa nas que tiveram tratamento ($p = 0,001 < 0,05$) (**quadro 5**). Assim podemos afirmar que o tratamento permitiu reduzir a severidade do ataque de psila ($p < 0,05$).

Quadro 4 – Número de folhas atacadas pela psila em duas datas (antes e depois) nas modalidades com e sem tratamento.

Tratamento	Antes	Depois	p
Com	17	13	0,125
Sem	18	15	0,250

Quadro 5 – Número de folhas distribuídas pela classe de severidade do ataque de psila em duas datas (antes e depois) nas modalidades com e sem tratamento.

Tratamento	Classes	Antes	Depois	p
Com	0	3	10	0,001
	1	2	3	
	2	7	5	
	3	8	2	
Sem	0	1	5	0,109
	1	7	5	
	2	9	7	
	3	3	3	

4 CONCLUSÕES

Este trabalho facultou um importante conhecimento da sintomatologia e estragos da psila africana em citrinos. Nos 39 limoeiros observados, a rebentação nova foi maior nos quadrantes sul e poente, seguindo-se do nascente e por último norte e a proporção média dos rebentos atacados foi de $0,92 \pm 0,03$, tendo-se observado a forte relação entre a presença de rebentos novos e a presença da praga. A aplicação de tratamento biológico com *Chrysoperla carnea* em 5 dos 10 citrinos observados, não permitiu provar a redução da incidência de ataque, mas permitiu provar a redução da severidade de ataque para as árvores tratadas.

5 AGRADECIMENTOS

Nuno Carvalho agradece a Vicente Carvalho pelo entusiasmo e pertinentes observações durante a análise do comportamento das crisopas.

6 NOTA FINAL

Este trabalho é uma versão revista e atualizada de um documento publicado originalmente no: «4º Simpósio Nacional de Fruticultura - Actas Portuguesas de Horticultura, N.º 32», editado pela Associação Portuguesa de Horticultura (Portugal), 2020.

REFERÊNCIAS

- Berg, M. A. V. D., Deacon, V. E. & Jager, K. D., 1990. Ecology of the citrus psylla, *Trioza erytreae* (Hemiptera: Triozidae). 1. Daily activities and habits of adults. *Phytophylactica* 22, 323-328.
- Berg, M. A. V. D., Vuuren, S. P. V., & Deacon, V. E., 1991. Studies on greening disease transmission by the citrus psylla, *Trioza erytreae* (Hemiptera: Triozidae). *Israel Journal of Entomology* XXV-XXVI, 51-56.
- Bové, J. M., 2006. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. *Journal of Plant pathology* 88, 7-37.
- CABI, 2018. *Trioza erytreae* (African citrus psyllidae). Invasive Species Compendium. www.cabi.org/ISC/
- Carvalho, J. P., & Aguiar, A. F., 1997. *Trioza erytreae* (Del Guercio). Pragas dos citrinos na ilha da Madeira. Direção Regional de Agricultura da Região Autónoma da Madeira, Portugal, 83-91.
- Carvalho, J. P., Soares, C., & Fernandes, J. M., 2000. A mineira dos citrinos *Phyllocnistis citrella* Staiton. Direção Regional de Agricultura do Algarve - Estação Agronómica Nacional, Portugal.
- Cocuzza, G. E. M., Alberto, U., Hernández-Suárez, E., Siverio, F., Di Silvestro, S., Tena, A., & Carmelo, R., 2017. A review on *Trioza erytreae* (African citrus psyllid), now in mainland Europe, and its potential risk as vector of huanglongbing (HLB) in citrus. *Journal of Pest Science* 90, 1-17.

DGAV, 2017. Medidas fitossanitárias aplicadas para controlo de *Trioza erytreae*, actualização de zona demarcada e zona de vigilância. Direção Geral de Alimentação e Veterinária. Ministério da Agricultura, Florestas e Desenvolvimento Rural, Portugal.

DGAV, 2018. Zona demarcada de *Trioza erytreae*. Direção Geral de Alimentação e Veterinária - Ministério da Agricultura, Florestas e Desenvolvimento Rural, Portugal.

DGPC, 2005. Produção Integrada da Cultura de Citrinos. Direção Geral de Proteção das Culturas, Oeiras, Portugal.

DRAPN, 2015. Textos de divulgação da estação de avisos entre Douro e Minho n.º 01/2015 (II série). Direção Regional de Agricultura e Pescas do Norte, Portugal.

EPPO, 2015. *Trioza erytreae* occurs in mainland Portugal. EPPO Global Database. <https://gd.eppo.int/>

EPPO, s.d. *Trioza erytreae* (TRIZER). EPPO Global Database. <https://gd.eppo.int/>

Moraes, S. A., 2007. Quantificação de doenças de plantas. www.infobibos.com/Artigos/2007_1/doencas/index.htm

Moran, V. C., & Blowers, J. R., 1967. On the biology of the South African Citrus Psylla, *Trioza etytreae* (Del Guercio) (Homoptera: Psyllidae). *Journal Entomological Society South Africa* 30, 96-106.

Pérez-Otero, R., Mansilha, J. P., & Estal, P., 2015. Detección de la psila africana de los cítricos, *Trioza erytreae* (Del Guercio, 1918) (Hemiptera: Psylloidea: Triozidae), en la Península Ibérica. *Archivos Entomológicos*, 119-122.

Tamesse, J. L., & Messi, J., 2004. Facteurs influençian la dynamique des populations du psylle african des agrumes *Trioza erytreae* Del Guercio (Hemiptera: Triozidae) au Cameroun. *International Journal of Tropical Insect Science* 24, 113-117.

CAPÍTULO 9

DESENVOLVIMENTO DAS INDÚSTRIAS VINÍCOLAS LOCAIS NA CHINA: UM ESTUDO DE CASO DA INDÚSTRIA VINÍCOLA DE NINGXIA

Data de submissão: 05/02/2021

Data de aceite: 24/02/2021

Yuanbo Li

College of Humanities and Urban-Rural
Development
Beijing University of Agriculture
Beijing, 102206, China
lybgood123@163.com
[https://www.researchgate.net/profile/
Yuanbo_Li8](https://www.researchgate.net/profile/Yuanbo_Li8)

Isabel Bardaji

Centro de Estudios e Investigación
para la Gestión de Riesgos Agrarios y
Medioambientales (CEIGRAM)
Universidad Politécnica de Madrid
Madrid, 28040, Spain
isabel.bardaji@upm.es
[http://www.upm.es/observatorio/
vi/index.jsp?pageac=investigador.
jsp&idInvestigador=8155](http://www.upm.es/observatorio/vi/index.jsp?pageac=investigador.jsp&idInvestigador=8155)

Jinxu Wang

Faculdade de Filosofia
Letras e Ciências Humanas da
Universidade de São Paulo
Universidade de São Paulo
São Paulo-SP, 05508-080, Brasil
wang_jinxu@outlook.com
<https://orcid.org/0000-0001-8477-1301>

RESUMO: A China é um dos principais mercados de vinho do mundo. Ao mesmo tempo, a China tem uma longa história e sua indústria vinícola nacional cresceu significativamente nas últimas décadas. Ningxia é uma das regiões vinícolas mais atraentes da China e um observador da Organização Internacional da Vinha e do Vinho (OIV). Nesta região estabeleceu-se um *cluster* vitivinícola com adegas e castelos. Este trabalho tem como objetivo fazer uma revisão do desenvolvimento da indústria vinícola local na China, tomando Ningxia como um estudo de caso. Ele também tenta analisar os fatores que afetam a competitividade da indústria vinícola de Ningxia com o modelo Diamante de Porter.

PALAVRAS-CHAVE: Indústria vinícola. China. Ningxia. Desenvolvimento. Diamante de Porter.

DEVELOPMENT OF LOCAL WINE INDUSTRIES IN CHINA: A CASE STUDY OF THE NINGXIA WINE INDUSTRY

ABSTRACT: China has been one of the leading wine markets in the world. At the same time, China has a long wine history and its domestic wine industry has significantly grown in recent decades. Ningxia is one of the most attractive wine regions in China and an observer of the International Organization of Vine and Wine (OIV). Wine cluster with

wineries and chateaus has been established in this region. This work aims to make a review of the local wine industry development in China, taking Ningxia as a study case. It also tries to analyze the factors that affect the competitiveness of the wine industry of Ningxia with Porter's Diamond Model.

KEYWORDS: Wine industry. China. Ningxia. Development. Porter's Diamond model.

1 INTRODUÇÃO

A China não é apenas um atraente mercado consumidor de vinho, mas também demonstra seu potencial para ser um importante produtor de vinho no mundo do vinho. De acordo com a Organização Internacional da Vinha e do Vinho (OIV), a China é o quinto maior consumidor de vinho do mundo e o maior mercado de vinho tinto, sendo a maior parte do vinho consumido (mais de 80%) produzido no mercado interno. Com o rápido crescimento da economia nas últimas décadas e diversos outros fatores como o avanço e a troca na tecnologia de viticultura e enologia, a maturidade do mercado consumidor interno, a crescente demanda por vinho, a indústria vinícola da China experimentou um desenvolvimento significativo. A indústria vinícola chinesa floresceu em todo o vasto território, desde a área costeira do leste até a área deserta do oeste, com condições climáticas e geográficas distintas. De acordo com a OIV, em 2017, a China continental teve a sétima maior produção de vinho do mundo em volume com 11.6 mhl, a segunda maior área de vinho do mundo (apenas cerca de 10% para a uva) com 830 kha e o quinto maior consumo de vinho do mundo com 19.3 mhl (39% de participação no mercado interno para vinhos estrangeiros e 60.7% para vinhos nacionais) (OIV, 2020).

A Região Autônoma de Ningxia Hui, uma das cinco regiões autônomas da China, está localizada no noroeste da China, onde o Rio Amarelo corre por vastas terras férteis com uma área com cerca de 66.000 quilômetros quadrados e uma população de 6.9 milhões (figura 1). Existem vários registros históricos do cultivo da uva e da produção de vinho em Ningxia, especialmente em alguns poemas da Dinastia Tang (618-907 d.C.) e da Dinastia Yuan (1271-1368 d.C.). A indústria vinícola moderna começou na década de 1980 e cresceu na década de 1990, significativamente estabelecida como base de uva de vinho para grandes marcas, como Changyou, Greatwall e Dynasty (Hao et al. 2015). A primeira vinícola local Yuquan foi fundada no ano de 1984. A maioria das vinícolas locais distribuem-se ao longo das encostas orientais das Montanhas Helan, onde as uvas plantadas são beneficiadas por solo e condições climáticas adequadas e irrigação disponível pelo Rio Amarelo em toda a área árida. As principais regiões produtoras de vinho em Ningxia, de norte a sul, incluem Shizuishan, Helan, Yinchuan, Yongning, Qingtongxia e Hongwasi. As variedades de uva de vinho são Chardonnay, Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon, Dornfelder, Merlot, Marselan, Syrah, Pinot Noir, Riesling, Vidal Blanc e Cabernet Gernischt.

De acordo com o Comitê de Gestão para o Sopé Oriental de Ningxia do Parque Industrial de Uvas da Montanha Helan para estabelecido em 2015, até o final de 2019 a região vinícola de Ningxia tinha uma área total de uvas de 3,3067 ha, 92 vinícolas estabelecidas e 119 vinícolas em construção, um valor total de produção de 378 milhões de dólares. Com os dados do Escritório Nacional de Estatísticas da China, em 1978, quando a China começou a reformar e abrir a porta nacional para o mundo exterior, a área da vinícola de Ningxia era de 130 ha, enquanto a produção de vinho era de 800 T. Entretanto, em 2012, a área total do pátio da vinícola aumentou para 21,950 ha e a produção de vinho aumentou para 146,900 T. O crescimento dramático depois de 1998 é óbvio e, embora tenha diminuído em 2007 devido à crise financeira global, se recuperou rapidamente e mantém o rápido desenvolvimento. Em 2018, a área total de vinha, tanto para a uva de mesa quanto para a uva para vinho, era de 26.130 ha e a produção de uva era de 199,100 T (figura 2).

As Montanhas Helan Leste Piedmont de Ningxia foram a terceira região produtora de vinho depois Yantai (Província Shandong) e Changli (Província Hebei) a obter a Indicação National Geográfica de produtos da China em 2003. Não surpreendentemente, a nova área produtora de vinho promissora de Ningxia atrai altamente a atenção internacional pelas excelentes condições de produção de vinho, bem como o enorme mercado interno de vinho chinês. Em 2012, a primeira edição do Festival de Vinhos das Montanhas Helanshan Leste Piedmont com o objetivo de celebrar a próspera indústria de Ningxia e buscar mais cooperação internacional na qual participou a Presidente da OIV Claudia Inés Quini e o Diretor Geral Federico Castellucci foi realizada em Yinchuan, a capital de Ningxia. Não muito antes, Ningxia se tornou a primeira região de província a ser aceita pela OIV como observador.

Figura 1. Localização geográfica de Ningxia na China

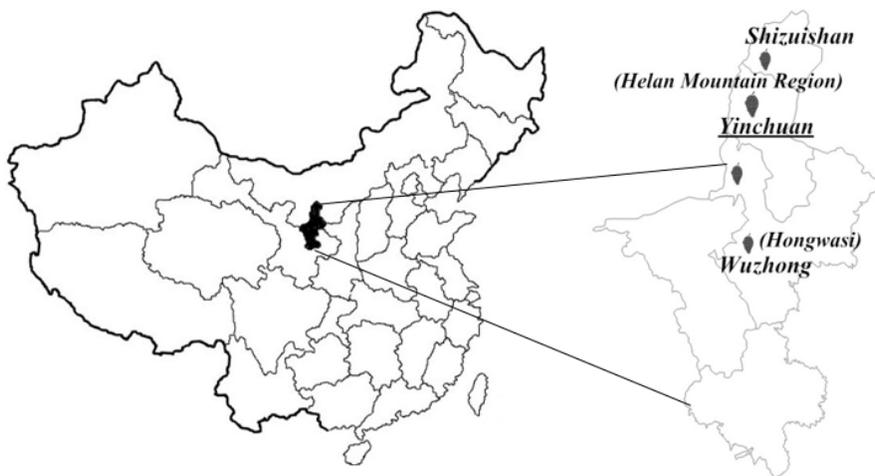
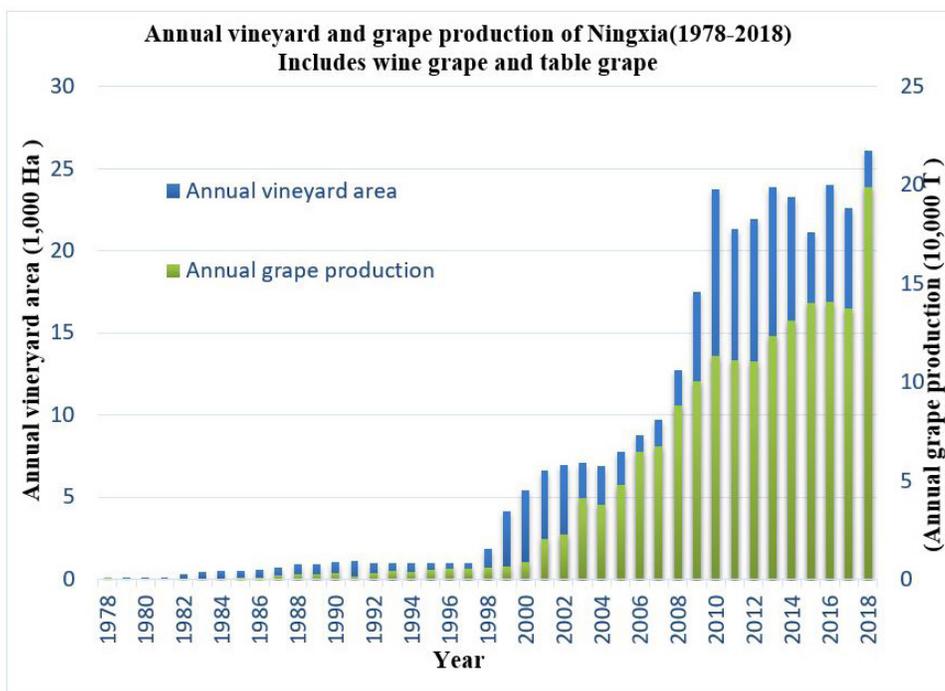


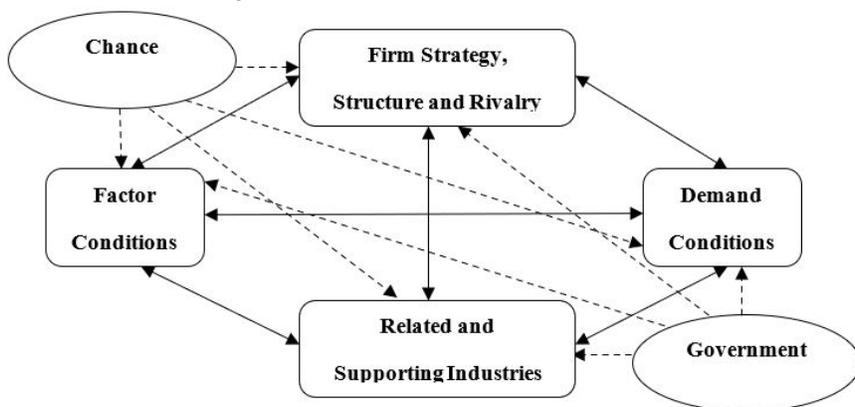
Figura 2. Produção de vinhas e uvas em Ningxia



2 METODOLOGIA

Michael Porter articulou seus extensos estudos empíricos de nações distintas e setores distintos em um modelo simples e altamente eficiente como o “Modelo Diamante” em 1990 (Mehrizi e Pakneiat, 2008). Esse modelo tem sido usado de diversas maneiras, incluindo o estudo da competitividade da indústria vinícola. A evolução do cluster é influenciada por aqueles fatores no modelo diamante de Porter que também estão interconectados e influenciando uns aos outros onde ocorre a inovação e maior competitividade (Boja, 2011; Spinoglio e Sasanelli, 2013). De acordo com o Modelo Diamante de Porter, existem quatro determinantes das vantagens nacionais – Condições de fator (Recursos Naturais, Recursos Humanos, Recursos de Conhecimento, Recursos de Capital, Infraestrutura); Condições de demanda; Indústrias relacionadas e de apoio; Estratégia da empresa, estrutura e rivalidade e duas variáveis adicionais – Governo e Chance (Figura 3). Além disso, este artigo também resume os desafios e barreiras para o desenvolvimento da indústria vinícola em Ningxia. Os dados secundários foram coletados de recursos online, relatórios oficiais e documentos.

Figura 3. Estrutura de Modelo Diamante de Porter



3 RESULTADOS

3.1 CONDIÇÕES DE FATOR

Para Condições dos Fatores da indústria vinícola de Ningxia, ele conclui fatores em recursos naturais, recursos humanos, recursos de conhecimento, recursos de capital e infraestrutura para formar uma imagem básica da indústria vinícola local, como na tabela 1.

Tabela 1. Condições de fator da indústria vinícola em Ningxia

Condições de fator	Indústria vinícola em Ningxia
Recursos Naturais	<p>Montanhas Helan Leste Piedmont (NL: 37°43'-39°23' EL: 105°45'-106°47'):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Condições climáticas adequadas <ol style="list-style-type: none"> a. Temperatura amena e temperatura diurna adequada (10-15°C); temperatura anual acumulada (>10°C) é de cerca de 3300°C. b. Área seca e precipitação em torno de 200mm. c. Recurso abundante de luz solar (cerca de 3030 horas anuais) 2) Condições de plantio adequadas <ol style="list-style-type: none"> a. Vasta terra arável disponível (133,000ha) b. Abundantes recursos hídricos para irrigação do Rio Amarelo c. Solo de alta qualidade para o plantio de uvas para vinho com os minerais necessários 3) Recurso da vinícola <ol style="list-style-type: none"> a. Vinha 26,130 ha (2018) b. Produção de uvas de mesa e vinho 199,100 toneladas (2018) c. Vinha 33,000 ha (2018)
Recursos Humanos	População total 6.88 milhões (2018), população urbana 4.16 milhões (2018), população rural 2.79 milhões (2018)
Recursos de conhecimento	Universidade de Ningxia, Faculdade de Vinho da Universidade de Ningxia, Faculdade Técnica de Ningxia de Vinho e Prevenção de Desertificação
Recursos de Capital	Um valor total de produção de 378 milhões de dólares e uma capacidade de produção de vinho de 130 milhões de garrafas em 2019.
Infraestrutura	92 vinícolas estabelecidas e 119 vinícolas em construção em 2019

3.2 CONDIÇÕES DE DEMANDA

A China é o quinto maior mercado consumidor de vinho do mundo e um dos maiores mercados de vinho tinto. Em 2018, para a China, o volume total de importação de vinho foi de 7,296.8 milhões de toneladas e seu valor total foi de 3,9 bilhões de dólares. Até mesmo o mercado de vinho enfrenta a desaceleração do crescimento da economia chinesa, ação governamental, anticorrupção, competição de vinhos estrangeiros e o impacto global da pandemia do Covid-19. A longo prazo, o mercado de vinho chinês ainda crescerá e fornecerá uma enorme oportunidade.

3.3 INDÚSTRIAS RELACIONADAS E DE APOIO

A indústria vinícola em Ningxia oferece vastas oportunidades de emprego para a população local e ajuda o governo a alcançar as metas de redução da pobreza. Além disso, o enoturismo também pode contribuir para a indústria vinícola e a economia local. Em 2011, o governo de Ningxia emitiu um plano para desenvolver o “Corredor da Cultura da Uva da Montanha Helan”, que em 2020 terá um tamanho total de 1 milhão de hectares de vinícolas, um centro de desenvolvimento da cultura do vinho, 3 cidades do vinho, 10 cidades do vinho e mais de 100 vinícolas (Chateaus), que farão desta área uma região vinícola e turística de classe mundial. Nesta área, a indústria do turismo será desenvolvida com base em cenários naturais (desertos, Rio Amarelo, etc.), cenários ecológicos (parque temático de restauração ecológica de áreas minerais e industriais, etc.), paisagens históricas e culturais (história étnica e cultural local, etc.) e a cultura do vinho (adegas, museus do vinho, festivais do vinho, etc.). Indústrias relacionadas, como a indústria imobiliária, indústria alimentícia e indústria cinematográfica também serão desenvolvidas.

3.4 ESTRATÉGIA DE EMPRESA, ESTRUTURA E RIVALIDADE

A estratégia de desenvolvimento da indústria vinícola de Ningxia é a chamada estratégia de “pequena vinícola, grande área de produção”. Estimula a diversificação das vinícolas locais para evitar a homogeneidade dos produtos víquicos e a qualidade do vinho é estritamente regulamentada e classificada e para formar um cluster vinícola competitivo. Essa estratégia também é conhecida como “estratégia das vinícolas chateau”, que consiste em apresentar mais marcas de vinho e fazer uso de suas próprias características e vantagens para os mercados de vinho alvos. A primeira razão é que as gigantes empresas domésticas chinesas, como Changyu, Greatwall e Dynasty já tem uma reputação bem conhecida entre os consumidores chineses e um forte controle

do mercado doméstico. A segunda razão é que em uma comparação com os vinhos importados, os consumidores chineses vêem os vinhos produzidos em grande quantidade como vinhos de baixa qualidade (Hao et al. 2015). Comparado com outro vinho doméstico produzido em regiões como Yantai (Província Shandong) e Changli (Província Hebei), a história da indústria vinícola moderna em Ningxia ainda é curta e a produção de vinho é de pequeno volume, mas Ningxia tem tempo para moldar seu próprio sabor e saborear e desenvolver suas próprias vinícolas boutiques. As principais empresas vinícolas de Ningxia são XiXiaWang, HeLanShan e YuMa. Os vinhos do sopé leste da Montanha Helan de Ningxia foram premiados com a “Indicação Geográfica da China” para proteger a qualidade, as características e a reputação das produções vinícolas locais e receberam diversos prêmios nacionais e internacionais por vinhos de alta qualidade. Além disso, alguns gigantes do vinho domésticos, tal como Changyu, Great Wall, Dynasty e Weilong e algumas corporações internacionais como Pernod Ricard, Hennessy e Dorothy já estabeleceram suas próprias bases de produção ou vinícolas para compra de matérias-primas e produção de vinho em Ningxia.

3.5 GOVERNO

No caminho para o desenvolvimento da indústria vinícola local, o governo de Ningxia desempenha um papel importante por meio do design “de cima para baixo” para a indústria vinícola local e divulgando várias políticas e recomendações com “características chinesas” e experiências aprendidas em países estrangeiros como a França. Para uma indústria vinícola sustentável, as políticas e medidas recentes do governo de Ningxia visam incentivar a diversificação da variedade de uva, controlando os custos por mecanização e tecnologia de viticultura, aumentando a cooperação internacional e promovendo os vinhos locais e o enoturismo (Hao et al. 2016). Em 2004, o governo de Ningxia apresentou o Pareceres de Implementação sobre a Aceleração do Desenvolvimento da Indústria da Uva, com o objetivo de fornecer um plano claro para a indústria da uva através de suas próprias vantagens. Em 2011, o governo de Ningxia formulou o “Plano Mestre de Desenvolvimento do Corredor Cultural e Cinturão Industrial de Uvas da Montanha Helan da China (Ningxia)” para uma estratégia de desenvolvimento específica da indústria vinícola local (Li, 2017). Em 2012, o Instituto de Vinho de Ningxia e a Associação da Indústria do Vinho de Ningxia foram fundadas com o objetivo de regulamentar a indústria vinícola e promover a cooperação entre empresas. Em 2013, a Federação Internacional da Vinha e do Vinho do sopé leste da Montanha Helan foi estabelecida em Yinchuan com o ouro para ter cooperação tanto nacional quanto internacional na indústria vinícola. Em 2015, a

Aliança para o Desenvolvimento da Indústria de Vinho e Uva de Ningxia que é responsável pela colaboração e coordenação intra-indústria, foi estabelecida em conjunto com o patrocínio de agências governamentais relevantes e da Academia Chinesa de Ciências, Universidade Agrícola da China, Universidade Northwest A&F. No mesmo ano, o Escritório de Desenvolvimento da Indústria de Uvas de Ningxia foi criado para orientar a construção e desenvolvimento do “Corredor da Cultura da Uva da Montanha Helan”. Recentemente, para guiar e dar suporte à indústria vinícola doméstica, a China e muitos outros governos provinciais lançaram uma série de políticas e regulações nacionais e regionais. Entretanto, em comparação com outros países produtores de vinhos, do Velho e Novo Mundo, que estabeleceram um sistema jurídico completo para a indústria vinícola, ainda há muito a ser melhorado na China. Na abordagem de um sistema jurídico completo do vinho, Ningxia fez alguns importantes esforços, tal como apresentado na tabela 2. Em 2012, Ningxia promulgou o primeiro regulamento de proteção chinês para a regulamentação da região vinícola sobre a proteção do sopé oriental da região vinícola da Montanha Helan. Em 2013, o primeiro sistema de classificação de vinícola regional na China foi estabelecido em Ningxia e esse sistema foi concluído em 2016 como o Sistema de Classificação de Vinícola de Ningxia. Dentro de Ningxia, as autoridades locais também introduziram diversas políticas de apoio ao desenvolvimento da indústria vinícola, de acordo com suas próprias condições e necessidades de desenvolvimento. Em junho de 2020, o presidente chinês Xi Jinping visitou Ningxia e sua região vinícola. Esse é um forte símbolo político para reconhecer a realização do desenvolvimento da indústria vinícola local e também uma expectativa esperançosa para seu futuro desenvolvimento.

Tabela 2. Regulamentos da indústria vinícola de Ningxia

Regulamentos regionais da indústria vinícola de Ningxia

Nome	Ano	Objetivo
Regulamento sobre a proteção do sopé oriental da região vinícola da Montanha Helan	2012	O primeiro regulamento de proteção para a região vinícola na China
“Sistema de classificação Ningxia” para vinícolas	2013	O primeiro e único sistema de classificação de vinícolas na China
Regulamento sobre a proteção da marca geográfica “Sopé Oriental da Montanha Helan”	2014	Regulamento para proteção da marca geográfica da região vinícola
“Sistema de Classificação Ningxia” para vinícolas (Nova Edição)	2016	Sistema de classificação para vinícolas de Ningxia

3.6 OPORTUNIDADE

Embora a China seja o 5º maior mercado de vinho mundial, o consumo médio de vinho per capita (0.61 litros, 2011) é ainda muito pequeno comparado com outros principais países consumidores de vinho (França 45.61 litros, Itália 37.63 litros, Alemanha 24.48 litros, 2011). Com a economia em crescimento e a melhoria dos padrões de vida, há um grande espaço para o aumento do consumo de vinho per capita. Existem quatro oportunidades principais para a promoção do vinho Ningxia na China. Em primeiro lugar, os clientes chineses valorizam o valor do vinho para a saúde e a cor vermelha do vinho, o que significa boa sorte na cultura tradicional chinesa. Em segundo lugar, a geração jovem de chineses está muito interessada na cultura ocidental, incluindo a cultura do vinho. Em terceiro lugar, dar presentes desempenha um importante papel nas atividades sociais e comerciais na China. Em quarto lugar, o comércio eletrônico e as plataformas online oferecem um espaço virtual e uma vasta oportunidade para consumidores e empresários de vinho dentro e fora da China. Além disso, muitos jovens chineses vão para o exterior estudar viticultura, enologia, cultura do vinho e negócios do vinho. Quando completam seus estudos, com o incentivo do governo local e sua própria decisão de carreira, alguns escolhem retornar a Ningxia para trabalhar em vinícolas locais ou até mesmo administrar suas próprias, trazendo as mais recentes tecnologias, experiência de administração e rede pessoal.

3.7 DESAFIOS E BARREIRAS

Para o desenvolvimento da indústria vinícola em Ningxia, existem alguns desafios e barreiras também. As terras na China são estatais e as vinícolas precisam alugar terras de comunidades rurais, o que pode resultar em um elevado custo e instabilidade na produção de uvas e vinhas (Li e Bardaji, 2017). Durante o inverno no norte da China é necessário enterrar o solo para as videiras para evitar danos, o que requer força de trabalho extra e custo financeiro (Li e Bardaji, 2017). Em uma área árida na China com restrições ambientais, a indústria vinícola em Ningxia não só precisa encontrar locais adequados para o cultivo de uvas no clima atual, mas também precisa adotar abordagens multidisciplinares e interdisciplinares para adaptar sua indústria vinícola às mudanças climáticas e para uma indústria vinícola sustentável. Algumas vezes, o desenho político “de cima para baixo” pode ter sua vantagem em termos de eficiência, o que leva ao sucesso do modelo de desenvolvimento da indústria vinícola em Ningxia. Entretanto, ele também necessita distinguir ainda mais os papéis do governo, mercado e sociedade civil para estabelecer uma estrutura de indústria interativa, que não é apenas uma tarefa para a indústria vinícola em Ningxia, mas também para outras regiões vinícolas na China.

4 CONCLUSÃO

Devido ao rápido crescimento da economia e demanda do mercado, a indústria vinícola moderna na China cresceu muito nas últimas décadas com características regionais. Ao revisar o desenvolvimento da indústria vinícola local e analisando com o Modelo de Diamante do Porter, percebe-se que Ningxia desenvolveu seu próprio modelo para desenvolvimento da indústria vinícola, tirando proveito de suas condições naturais e aprendendo com outras regiões e países. Vinícolas *cluster* e chateaus foram estabelecidos nas Montanhas Helan no Leste Pidemont de Ningxia com os esforços do governo, dos moradores locais, dos especialistas, das empresas domésticas e estrangeiras. Diversas políticas e regulamentos governamentais foram liberados para orientar o desenvolvimento da indústria vinícola local e promover uma indústria vinícola sustentável. Os desafios também devem ser direcionados a soluções adequadas para que a indústria vinícola de Ningxia seja o Condado de Napa da China no futuro.

REFERÊNCIAS

- Boja, C. **Clusters models, factors and characteristics**. International Journal of Economic Practices and Theories, v.1, n.1, p. 34-43, 2011
- Hao, L.H.; Li, X.M.; Cao, K.L. **Toward sustainability: Development of the Ningxia wine industry**. The 38th World Congress of Vine and Wine, Mainz, Germany, 2015
- Hao, L.H.; Li, X.M.; Cao, K.L.; Ma, H.Q. **Ningxia update: Government policy and measures for promoting a sustainable wine industry**. The 39th World Congress of Vine and Wine, Bento Gonçalves, Brazil, 2016
- Li, D.F. **Analysis on Marketing Strategy of Ningxia Wine Market Based on 4P Perspective**. Journal of Finance Research, v.1, n.1, p. 32-35, 2017
- Li, Y.B.; Bardaji, I. **Adapting the wine industry in China to climate change: challenges and opportunities**. OENO One, v.51, n.2, p. 71-89, 2017
- Li, Y.B.; Bardaji, I. **A new wine superpower? An analysis of the Chinese wine industry**. Cahiers Agriculture, v.26, n.6, p. 1-9, 2017
- Mehrizi, M.H.R.; Pakneiat, M. **Comparative analysis of sectoral innovation syetem and diamond model (The case of telecom sector of iran)**. Journal of Technology Management & Innovation, v.3, n.3, p. 78-90, 2008
- OIV. **State of The World Viticultural Sector in 2019**. <https://www.oiv.int/public/medias/7298/oiv-state-of-the-vitvicultural-sector-in-2019.pdf>, 2020
- Spinoglio, F.; Sasanelli, N. **Wine Cluster Competitiveness in South Australia and Piedmont (Italy): Strategies to address challenges resulting from the Global Financial Crisis**. Department of the Premier and Cabinet, Government of South Australia, 2013

CAPÍTULO 10

LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DA VINHA DE UVA DE MESA EXISTENTE NO ALGARVE - PORTUGAL

Data de submissão: 05/02/2021

Data de aceite: 24/02/2021

José Fernando Valente Prazeres

Direcção Regional de Agricultura e

Pescas do Algarve

Unidade de Gestão das delegações

Delegação de Tavira

Tavira, Portugal

jfpzaeres@drapalg.min-agricultura.pt

RESUMO: De acordo com a última edição das “Estatísticas Agrícolas” 2017 (Instituto Nacional de Estatística), a área total do cultivo da uva de mesa em Portugal era de 2039 ha, sendo que o Algarve contribuía com uma área de 310 ha. Relativamente ao comércio internacional, verificou-se que nos últimos 3 anos a importação cresceu até às 31 421 t, a que correspondeu um valor superior a 45 M€. Quanto às exportações, verificou-se um ligeiro decréscimo no último ano, cifrando-se em 6155 t, a que corresponderam cerca de 10 M€. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de atualizar a informação sobre o cultivo da uva de mesa existente na região do Algarve. Para o efeito, produziu-se um inquérito de campo, preenchido sempre que

possível, através da abordagem pessoal aos produtores de uva de mesa do Algarve. Para facilidade de exposição foram constituídas quatro zonas: 1ª Castro Marim e Vila Nova de Cacela; 2ª Arredores de Tavira até Faro; 3ª Arredores de Loulé, Algoz, Alcantarilha, Lagoa e Portimão; 4ª Arredores de Portimão até Lagos. As respostas obtidas no âmbito da caracterização das explorações permitiram conhecer vários pormenores técnicos, nomeadamente: idade das plantações, castas em produção, porta-enxertos utilizados, entre outros. Na segunda parte do inquérito foram abordados temas relacionados com o tipo das explorações, os principais problemas desta atividade agrícola e circuitos de comercialização. Foi possível concluir que a condução das plantas em bardo, continua a ser a preferida, estando presente em cerca de 80 hectares. Relativamente às cultivares da espécie *V. vinifera* presentes na região, a ‘Cardinal’ mantém a tradição de ser a mais representativa com cerca de 40% da área total, seguida da ‘Dona Maria’ que representa aproximadamente 26%. O maior constrangimento que os viticultores referem numa cultura “muito trabalhosa” é a falta de recursos humanos, particularmente em algumas fases da cultura.

PALAVRAS-CHAVE: ‘Casta’. Porta-enxerto. Condução das plantas. Viticultores. Recursos humanos.

SURVEY AND CHARACTERIZATION OF THE EXISTING TABLE GRAPE VINE IN THE ALGARVE - PORTUGAL

ABSTRACT: According to the latest edition of the “Agricultural Statistics” 2017 (National Statistics Institute INE), the total area of table grape cultivation in Portugal was 2039ha, and the Algarve contributed with 310ha. With regard to international trade (imports and exports), it was found that in the last three years imports increased to 31421t, corresponding to a value >45M€, in terms of exports, there was a slight decrease in the last year, in 6155t to which corresponded about 10M€. Given the need to update the information on the cultivation of table grapes in the Algarve region, the following work was requested. For that purpose, a small field survey was produced, filled through the personal approach of the table grape producers in the Algarve. For ease of presentation, four zones were defined: 1st Castro Marim and Vila Nova de Cacela; 2nd Surroundings from Tavira to Faro; 3rd Surroundings of Loulé, Algoz, Alcantarilha, Lagoa and Portimão; 4th Surroundings of Portimão to Lagos. The answers obtained as part of the characterization of the farms allowed us to know several technical details, namely: age of plantations, varieties in production, rootstocks used, and others. The second part of the survey approached issues related with the type of farms, the main problems of this agricultural activity and marketing channels. It was possible to conclude that the vertical trellis system continues to be preferred, being present in about 80 hectares. Regarding *V. vinifera* cultivars present in the region, ‘Cardinal’ maintains the tradition of being the most representative with about 40% of the total area, followed by ‘Dona Maria’, representing approximately 26%. The greatest constraint that vintners refer to in a “very laborious” crop is the lack of human resources, particularly at some stages of culture.

KEYWORDS: ‘Caste’. Rootstock. Plant management system. Vine growers. Human resources.

1 INTRODUÇÃO

A caracterização climática e orográfica do Algarve, revela um território onde algumas zonas são apropriadas para a produção de uva de mesa, sobressaindo a predominância de céu limpo numa extensa faixa do litoral, com valores de insolação muito elevados (superiores a 3100 horas/ano). O número de dias com geadas é baixo no litoral, aumentando no sentido Norte e ocorre sobretudo nos meses de fevereiro e março. O vento normalmente não afeta a cultura da vinha.

O inverno é ameno, o que confere precocidade às culturas, especialmente no sotavento. Em relação à pluviosidade, em anos normais poderemos considerar um período húmido que decorre de outubro a abril, onde cai mais de 80% da precipitação anual e um período seco, de maio a setembro, com pouca chuva.

De acordo com a opinião de Pereira da Assunção (1962), desde a instalação dos serviços oficiais no Posto Agrário do Sotavento do Algarve, em Tavira, “os técnicos que por este estabelecimento regional de assistência técnica passaram”, perceberam que a uva de mesa poderia constituir uma riqueza para a região que até aí não tinha sido aproveitada.

Esta situação, segundo Rafael Cordeiro (1991), alterou-se completamente a partir dos anos sessenta, altura em que a cultura da uva de mesa no Algarve teve o seu grande arranque e “explosão”.

Até essa data a uva destinada ao consumo em fresco, era proveniente de castas como a ‘Diagalves’ e a ‘Tarez’, ou, inclusivamente, de algumas castas de aptidão mista como a ‘Moscatel’.

A introdução na região da cultivar ‘Cardinal’ ocorreu na propriedade denominada Vale do Boto, que se localiza nos arredores de Castro Marim (Figuras 1 e 2). A cultivar foi importada de França, sendo resultante do cruzamento de ‘Flame Tokay’ × ‘Alphonse Lavallée’, obtida por E. Snyder em Fresno, na Califórnia, em 1939.

Foi a partir dessa altura que se assistiu ao grande desenvolvimento da cultura, tendo a Estação Agrária de Tavira, através de um grupo de Técnicos liderado por Pereira da Assunção e coadjuvado por Rafael Cordeiro e Amílcar Marum, além de outros colaboradores, contribuído de forma decisiva para o seu fomento organizado.

No seu auge, de acordo com os números do IVV constantes numa tabela publicada em 1985, são referidos na província cerca de 1900 hectares. Posteriormente, devido a diversos fatores, a área decresceu significativamente e continuou a diminuir até aos nossos dias.

O trabalho que se apresenta foi realizado tendo em vista o levantamento e caracterização da área de uva de mesa existente na região no ano de 2018.

Figuras 1 e 2 - Placa que se encontra numa parede externa da habitação em Vale do Boto (nome de uma propriedade situada no concelho de Castro Marim, Algarve)



2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foram visitados todos os locais da região onde se sabia ou constou existir uva de mesa, em áreas com algum significado, não tendo sido consideradas as plantações destinadas ao auto consumo, nem pequenas explorações, com mistura de cultivares dentro da mesma parcela.

Foi realizada uma entrevista com os proprietários de cada uma das explorações ou com seus representantes, com registo da informação em ficha previamente preparada (Quadro 1). Cada exploração foi caracterizada quanto às características de cada uma das parcelas, mas também relativamente a aspetos gerais da exploração (principais problemas da atividade, circuito de comercialização usados para escoar a produção, entre outros).

As explorações foram agrupadas em quatro zonas produtoras, de acordo com a sua localização. As zonas produtoras foram as seguintes:

Zona 1 - Castro Marim e Vila Nova de Cacela (freguesias: Castro Marim, Altura e Vila Nova de Cacela)

Zona 2 - Arredores de Tavira até Faro (Tavira - freguesias: Conceição, Santiago, Santa Maria, Luz, Livramento e Santo Estêvão; Faro - freguesia: Conceição)

Zona 3 - Arredores de Loulé, Algoz, Alcantarilha, Lagoa e Portimão (freguesias: Alte, Algoz, Tunes, Alcantarilha - Pêra, Estômbar, Lagoa)

Zona 4 - Arredores de Portimão até Lagos (União das Freguesias de S. Sebastião, Bensafrim e Odiáxere)

Quadro 1 - Ficha de Recolha de Dados

Nome					Morada			
E-mail					Telefone			
Concelho					Freguesia			
Área Total Uva de Mesa					N.º de Parcelas			
Parcela	Local	Área	Idade	Variedade cultivada	Porta-enxerto	Compasso	Condução	Rega
Produção Integrada					Caraterísticas Técnicas da Exploração			
Principais Problemas da Atividade					Circuito de Comercialização			

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira zona (Quadro 2) “Castro Marim e Vila Nova de Cacela” (concelho de Vila Real de Santo António), encontram-se quatro viticultores, ocupando uma área total de 16,75 hectares.

A casta mais representativa nestes concelhos é a ‘Dona Maria’ com 9,05hectares, seguida da ‘Cardinal’ com 6,3hectares. Existem ainda mas com pouca expressão as castas ‘Victoria’, ‘M. Palieri’ e ‘A. Lavallée’. Todas as vinhas estão conduzidas em bardo.

Na segunda zona (Quadro 3) “ Arredores de Tavira até Faro” encontra-se uva de mesa numa área total de 60,57hectares pertencente a 19 viticultores.

Para esta área contribui em primeiro lugar a casta ‘Cardinal’ com 27,33hectares e em segundo lugar a ‘Dona Maria’ com 18,47hectares. Para além das duas castas anteriormente citadas são também produzidas as castas ‘M. Palieri’, ‘Victoria’ e ‘Red Globe’, cada uma com a área aproximada de 5hectares

Existem nas vinhas do concelho vários sistemas de condução das plantas, nomeadamente os bardos e as formas altas, como as latadas ou parrais.

Na terceira zona (Quadro 4) “Arredores de Loulé, Algoz, Alcantarilha, Lagoa e Portimão”, dado o critério utilizado, apenas se considerou a uva de mesa existente nos concelhos de Loulé, Silves e Lagoa, que totaliza uma área total de 26hectares.

As castas mais representativas desta zona são a ‘Cardinal’ (incluindo o clone 80 e outro) com 10,62hectares seguida da ‘Red Globe’ com 3,15hectares.

Existem em áreas muito pequenas as castas ‘Autumn Royal’, ‘Itália’, ‘Black Magic’, ‘Thompson’, ‘Crimson’ e outras. A forma de condução das plantas nos 26hectares acima referidos é em latadas, em bardo e em Y grego.

Na quarta zona (Quadro 5) “Arredores de Portimão até Lagos “ as vinhas existem nos concelhos de Portimão (“à saída para Lagos”) e de Lagos, numa área total de 5,76hectares.

As castas mais representativas são a ‘Moscatel’ com 3,56hectares seguida da ‘Dona Maria’ com 0,83hectares. Existem com muito pouca expressão a ‘Cardinal’, ‘Victoria’ e ‘Red Globe’. Todas as vinhas estão conduzidas em bardo.

Em termos regionais, a cultivar com maior área é a ‘Cardinal’ (inclui ‘Cardinal’ 80 e outro clone) com 44,25ha, o que representa cerca de 40% da área total. A 2ª cultivar mais representativa é a ‘Dona Maria’ com 28,35ha, que correspondem a cerca de 26% da área total. A 3ª cultivar é a ‘Red Globe’ que ocupa cerca de 7,13ha, correspondendo a cerca de 6,5% do total. Seguem-se a ‘M. Pallieri’, com cerca de 6ha e a ‘Victoria’, com cerca de 5hectares. A ‘Moscatel’ está plantada somente a partir de Lagoa (Quinta do Vale de Deus)

no sentido de Lagos e tem uma área total de cerca de 4ha, o que representa cerca de 3,5 % da área de produção.

As formas de condução existentes repartem-se pelo bardo, com 78,12ha (71,5% da área total); latada, com 17,04ha (15,5% da área total) estrutura com base em “estufas” de madeira, com 9,72ha (9% da área total); em Y (Open Gable), com 4,20ha (4% da área total).

Desde Castro Marim até Faro encontram-se 63,3ha de vinhas conduzidas em bardo (monoplano vertical ascendente), cerca de 81% do total desta condução na região. Dos 78,12ha de vinhas conduzidas em bardo, 32,59ha (41%) têm mais de 25 anos.

A maior área de vinha conduzida em latada (pérgola ou parral) encontra-se nas zonas de Algoz, Lagoa e Alcantarilha totalizando 12,74ha, o que corresponde cerca de 75% da área de latadas existentes na região. Os parrais de Tavira, Alcantarilha e Algoz foram construídos com madeira tratada. O parral de Lagoa tem estrutura metálica e cobertura com rede.

As latadas (ou parrais) têm idades compreendidas entre os vinte anos (caso de Tavira, com construção em madeira tratada) e Estômbar-Lagoa com quatro anos e construção metálica coberta com rede.

A utilização de estruturas de antigas “estufas” (abrigo altos) de madeira para a condução das plantas em forma alta, evocando as latadas, só se encontra no sotavento, de Tavira até Faro. Nesta forma encontram-se 9,72ha. Em Y só existem vinhas perto de Loulé e de Algoz, num total de 4,2ha.

No que diz respeito a aspectos gerais das explorações (principais problemas da atividade, comercialização e outros), de uma maneira geral em todas as zonas são comuns os seguintes aspectos:

- A maior parte dos viticultores enquadra-se em sistema de agricultura familiar, referem ter problemas de comercialização que realizam de forma isolada, perto da exploração em pequenos espaços comerciais ou mercados locais. Alguns levam o produto até ao marf em Faro, ou mais raramente, enviam para o marf em Lisboa. É muito pouco expressivo o número de produtores que comercializam com as grandes superfícies;
- Não existe nenhuma organização de produtores (OP);
- A maior parte não se encontra em produção integrada, sendo esta praticada apenas por cinco viticultores.
- Em toda a região é referida a falta de mão-de-obra com maior ou menor qualificação.

Quadro 2 - Caracterização das explorações da Zona 1 (Castro Marim e Vila Nova de Cacela)

Nº de viticultores (uva de mesa)	Área total desta zona	Idade das plantações	Área com plantações de idade ≥ 25 anos	Cultivar mais representativa e área	2ª cultivar mais representativa e área
4	16,75 ha	Entre os 5 e os 40 anos	4,5 ha (26,8%)	Dona Maria 9,05 ha	Cardinal 6,3 ha
Outras cultivares existentes (áreas sem expressão)	Porta-enxertos mais utilizados	Compassos mais utilizados	Condução das plantas	Rega Localizada	
Victoria, M. Palieri, A. Lavallé	R 99 e 420 A	2,7 ou 2,8 m por 1,1 ou 1,2 m	Bardos	Sim ⁽¹⁾	

⁽¹⁾ exceto 1 parcela.

Quadro 3 – Caracterização das explorações da Zona 2 (Arredores de Tavira até Faro)

Nº de viticultores (uva de mesa)	Área total desta zona	Idade das plantações	Área com plantações de idade ≥ 25 anos	Cultivar mais representativa e área	2ª cultivar mais representativa e área
19	60,57 ha	Entre 1 e mais de 32 anos	26,30 ha (43%)	Cardinal 27,33 ha	Dona Maria 18,47 ha
Outras cultivares existentes (áreas sem expressão)	Porta-enxertos mais utilizados (*)	Compassos mais utilizados	Condução das plantas	Rega Localizada	
M. Palieri (5,75 ha) Victoria (4,84 ha) Red Globe (3,98 ha) Apirene (0,2 ha)	R 99 em cerca de 30 hectares. Também existem em menores áreas: R110 (cerca de 3,5 ha), 420 A, 41B, 1103 P e SO4 ⁽¹⁾ .	2,7 ou 2,8 m por 1,1 ou 1,2 m mais habitual: 3,7 x 3 ou 3 x 3	Bardos Forma alta: Utilização das estruturas das “estufas” de madeira em capela. Latada/parral	Sim	

⁽¹⁾ Não foi possível informação total sobre os porta-enxertos. É possível que a área de R99 ainda seja superior.

Quadro 4 – Caracterização das explorações da Zona 3 (Arredores de Loulé, Algoz, Alcantarilha, Lagoa e Portimão)

Nº de viticultores (uva de mesa)	Área total desta zona	Idade das plantações	Área com plantações de idade ≥ 25 anos	Cultivar mais representativa e área	2ª cultivar mais representativa e área
9	26 ha	Entre os 4 e os 27 anos	0,93 ha (3,6%)	Cardinal ⁽¹⁾ 10,62 ha	Red Globe 3,15 ha
Outras cultivares existentes (áreas sem expressão)	Porta-enxertos mais utilizados	Compassos mais utilizados	Condução das plantas	Rega Localizada	
Autumn Royal, Black Magic, Apúlia, Regal, Thompson, Itália, Crimson e outras	1103 P e R 99	2,7 ou 2,8 m por 1,1 ou 1,2 m Vários: 3,5 x 3,5; 3 x 2 e 3 x 1,5	Bardos latada/parral Y	Sim	

⁽¹⁾ Incluindo o clone ‘Cardinal 80’

Quadro 5 – Caracterização das explorações da Zona 4 (Arredores de Portimão até Lagos)

Nº de viticultores (uva de mesa)	Área total desta zona	Idade das plantações	Área com plantações de idade ≥ 25 anos	Cultivar mais representativa e área	2ª cultivar mais representativa e área
4	5,76 ha	Entre os 14 e os 32 anos	0,86 ha (14,9%)	Moscatel (vários)	Dona Maria 0,83 ha
Outras cultivares existentes (áreas sem expressão)	Porta-enxertos mais utilizados	Compassos mais utilizados	Condução das plantas	Rega Localizada	
Cardinal, Victoria, Red Globe	R99 e 1103 P	Desde 2,2 a 3 x 1 a 1,2 m	Bardos	Sim	

4 CONCLUSÕES

Em 2018 o número total de viticultores (uva de mesa) do Algarve era de 36, com uma área total na região de 109,08ha de vinha (quadros 2 a 5). Em 2009 a área de uva de mesa no Algarve era de 307ha (INE, 2011). Embora não se conheçam valores que permitam estabelecer comparações (e também porque a metodologia utilizada foi diferente da oficial – INE), é evidente a tendência para a diminuição da área de uva de mesa na região. De acordo com o técnico Rafael Cordeiro, a zona onde a cultura teve uma diminuição com maior impacto foi em todo o Sotavento.

Actualmente, em termos regionais, a zona que apresenta maior área de cultivo é a zona 2 “Arredores de Tavira até Faro”, com um total de 60,57ha e a menor é a zona 4 “Arredores de Portimão até Lagos “ com um total de 5,76ha. As principais cultivares são a ‘Cardinal’ e a ‘Dona Maria’. O bardo é a principal forma de condução.

Verificou-se que o sector carece de organização, dimensão, mais tecnologia nas explorações e melhores conhecimentos de comercialização, sendo a falta de mão-de-obra um factor que pode limitar o crescimento.

Constatou-se também que a uva sem grainha está a ganhar adeptos. Isto torna necessária uma adaptação da produção ao perfil dos consumidores do mercado alvo, apostando em variedades de qualidade, com boa apresentação, com ou sem grainha.

REFERÊNCIAS

Assunção, J.F.P. **Linhas gerais para um plano de fomento da cultura da vinha de uva de mesa no Algarve** (comunicação do próprio), 1962.

Barrote, J.S.C.; Cordeiro, R.A.; Paquete, B.C. **Guia do extensionista Vinha de uva de mesa**. Faro: DRAALG Ministério da Agricultura-Secretaria de Estado da Agricultura, 1991.

Instituto Nacional de Estatística, **Recenseamento agrícola** - análise dos principais resultados: 2009. Lisboa, 2011.

IVV, **Cadastros vitícolas de 1985 e 2000**.

CAPÍTULO 11

CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA DE UN PRODUCTO FERMENTADO DE ELABORACIÓN ARTESANAL A BASE DE ARROZ¹

Data de submissão: 05/02/2021

Data de aceite: 24/02/2021

Ana María Gomez Betancur

Ingeniera de Alimentos

Universidad de Antioquia

Medellín – Colombia

E-mail: na.gomez10@udea.edu.co

Francia Elena Valencia García

Ph. D. Farmacia y Alimentos

Universidad de Antioquia

Escuela de Microbiología

Grupo Biotransformación

Medellín – Colombia

ORCID 0000-0002-4167-2167

E-mail: francia.valencia@udea.edu.co

Yuli Stephany López Cadena

Microbióloga Industrial y Ambiental

Universidad de Antioquia

Escuela de Microbiología

Grupo Biotransformación

Medellín – Colombia

ORCID 0000-0001-7296-646X

E-mail: yuli.lopez@udea.edu.co

RESUMEN: En los últimos años los alimentos fermentados han incrementado su importancia, sobre todo los elaborados mediante procesos artesanales. Dentro de éstos, el “Masato”, alimento fermentado naturalmente a base de arroz, originario de Latinoamérica. Este trabajo propuso conocer la calidad microbiológica, fisicoquímica y sensorial, para ofrecer oportunidades de mejora en su proceso y alternativas a los consumidores. Para ello, se evaluó, en nueve lotes de masato, la presencia de microorganismos indicadores de calidad higiénica y fermentadores, parámetros fisicoquímicos y una prueba de análisis sensorial descriptivo. Como resultado, coliformes totales, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* sobrepasaron los criterios permitidos, se observó la prevalencia de bacterias ácido lácticas y levaduras durante todo el proceso, con predominio del género *Leuconostoc*. Los productos terminados alcanzaron un pH de 3.89 ± 0.32 con una acidez titulable de $0.25 \pm 0.13\%$ AL g/mL, se mostró la variación de los ácidos

¹ Este trabajo fue realizado en el marco del proyecto “Alimentos vegetales con funcionalidad probiótica para poblaciones infantiles desnutridas PROINFANT”, elaborado como proyecto estratégico de cooperación internacional aprobado por el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) y financiado por Ministerio de ciencia, tecnología e innovación de Colombia (Minciencias), contrato 304 de 2018 y el contrato de acceso a recursos genéticos y subproductos derivados No 0126 del 13 de mayo de 2016 expediente RGE156-8 de Ministerio de Ambiente y Desarrollo de Colombia (Minambiente) y fue presentado anteriormente en el VI simposio internacional agroalimentario (Sial 2019), Montería -Córdoba, Colombia, Octubre 2019.

láctico, acético y etanol y el alto contenido de fructosa presentado en los productos, el color tuvo un predominio hacia el amarillo, los resultados bromatológicos por su parte mostraron bajo contenido de proteínas y minerales y la presencia de aminoácidos libres con una humedad 85.02 ± 2.47 %. La viscosidad fue muy variable. Finalmente, los descriptores con mayor calificación en el análisis sensorial fueron: olor especiado, dulce y agrio, sabor frutal y dulce. Esta información sirve como base para proponer un plan de mejora para pequeños productores y al mismo tiempo hacer estudios sobre la microbiota nativa del masato.

PALABRAS CLAVE: Calidad. Fermentación natural. Alimentos fermentados. Microorganismos indicadores. Productos artesanales.

MICROBIOLOGICAL AND PHYSICOCHEMICAL QUALITY FOR THE ARTISAN CRAFT FERMENTED RICE-BASED FOOD

ABSTRACT: In recent years, fermented foods have become increasingly important, especially those produced by artisanal processes. “Masato” e.g., a naturally fermented rice-based food from Latin America, was evaluated for its microbiological, physicochemical and sensory quality, in order to identify opportunities for improvement in its production process and offer food alternatives to consumers. For this purpose, 9 batches of masato were evaluated for presence of indicator microorganisms of hygienic quality and fermenters, physicochemical parameters and a descriptive sensory analysis test. As a result, total coliforms, *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* exceeded the permitted criteria, and the prevalence of lactic acid bacteria and yeasts was observed throughout the process, with a predominance of the genus *Leuconostoc*. The end-products reached a pH of 3.89 ± 0.32 with a titratable acidity of 0.25 ± 0.13 %AL g/mL. The variations of lactic and acetic acids, ethanol and the high content of fructose in the product were shown, and the visual color had tendency towards yellow. The bromatological results showed low content of proteins and minerals as well as the presence of free amino acids with a humidity 85.02 ± 2.47 %. The viscosity was highly variable. Finally, the descriptors with the highest scores in the sensory analysis were: spicy, sweet and sour odors, fruity and sweet flavors. This information serves as a basis for proposing an improvement plan for small producers and to do research on the native microbiota of masato.

KEYWORDS: Artisanal products. Indicator microorganisms. Fermented foods. Natural fermentation. Quality.

1 INTRODUCCIÓN

Los alimentos vegetales fermentados de elaboración artesanal, hacen parte de la alimentación desde tiempos ancestrales y ocupan un papel importante en la gastronomía latinoamericana (Ramos & Schwan, 2017). Algunos de estos alimentos son considerados patrimonios intangibles porque son constituyentes importantes de la dieta de algunas

poblaciones. Por otra parte, las tendencias actuales apuntan al consumo de alimentos naturales sin adición de sustancias químicas (Masson, 2019). Lo anterior, sumado a que la fermentación es una técnica económica y eficiente de preservación (Lamba et al., 2019), ha llevado a incrementar el interés por estos alimentos, especialmente, los que se fabrican a partir de cereales (Blandino et al., 2003; Salmerón et al., 2015).

Se ha sabido que en los alimentos fermentados se encuentran microorganismos que modifican los nutrientes, mejorando la calidad, el valor nutricional y las propiedades sensoriales (Väkeväinen et al., 2018; Yépez, 2018), otros, como los microorganismos probióticos, proporcionan beneficios saludables a los consumidores y en otros casos pueden encontrarse microorganismos que generan problemas de salud pública (Byakika et al., 2019; Han et al., 2020).

Así mismo, las bebidas de corta fermentación elaboradas a partir de cereales son típicas de diferentes regiones latinoamericanas y diversifican sus características sensoriales y su nombre de acuerdo a la región donde se produzca, pero tienen en común un proceso productivo similar (Blandino et al., 2003). Por lo general, son elaborados en establecimientos pequeños o en hogares, que lo distribuyen para generar ingresos que ayudan al sostenimiento de las familias. Esto hace que el producto que se comercializa tenga variaciones de calidad. Además, estas bebidas no cuentan con una normatividad que defina sus características de calidad y proceso.

El masato fermentado es un ejemplo de estas bebidas, es típico de regiones como Perú, Venezuela y Colombia. En la región colombiana, se elabora principalmente de arroz (Ríos et al., 2016; Valencia et al., 2019), se suele consumir con productos de panadería o con comidas principales del día, es comercializado en lugares turísticos y consumido por personas mayores que conocen el producto por tradición.

Por lo tanto, esta investigación tuvo como objetivo establecer una línea de base para la calidad microbiológica, fisicoquímica y sensorial de masato de arroz elaborado artesanalmente en Boyacá - Colombia, apuntando al fortalecimiento de estos productos como Patrimonios culinarios y obtener información que conlleve a la mejora de su producción como alternativas de bebidas fermentadas a partir de cereales para las nuevas generaciones.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS DE “MASATO”

Productores artesanales con residencia en la vereda de Ventaquemada, Boyacá, Colombia (5°21'59"N), fueron invitados a participar y aceptaron voluntariamente mediante

un consentimiento informado. Se elaboraron 9 lotes y de cada uno se tomaron muestras en tres tiempos: t_0 (inicio del proceso), t_1 (intermedio fermentación) y t_f (producto terminado). Las muestras fueron recolectadas asépticamente y congeladas a $-18 \pm 2^\circ\text{C}$ para su posterior análisis.

2.2 CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS EVALUADOS

Los criterios de seguridad y calidad se evaluaron a t_f según la International Standards Organization (ISO) y se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Análisis microbiológicos y bromatológicos

Análisis microbiológico	Normativa	Análisis fisicoquímico	Métodos empleados
Coliformes totales (CT) <i>E. coli</i> (EC)*	ISO 4832:2006	Proteína cruda	Volumétrico (Kjeldahl)
<i>Staphylococcus aureus</i> (STA)*	ISO 6888-3:2003	Cenizas	Gravimétrico ISO 5984:2002
<i>Bacillus cereus</i> *	ISO 7932:2004	Humedad	Gravimétrico
<i>Salmonella</i> spp.	ISO 6579-1:2017	Calcio, Hierro y Zinc	Espectrometría de absorción atómica
Mohos y levaduras *	ISO 6611:2004	Fósforo	Espectrofotométrico UV-VIS
Bacterias ácido acéticas (BAA) *	Siembra superficie agar WL (Scharlau-España)	Aminoácidos libres	Curva patrón Ac. Aspártico

* Los recuentos de colonias se realizaron y se expresaron en Log UFC/g.

La abundancia de bacterias ácido lácticas (BAL) y levaduras se evaluaron a t_0 , t_1 y t_f . Para ello, se realizaron diluciones 1:10 hasta 10^{-6} y se inocularon, para BAL en tres medios de cultivo suplementados con 100 $\mu\text{g/mL}$ de cicloheximida: Agar Man Rogosa Sharpe (MRS- Oxoid- España), M17 suplementado con lactosa al 0.5% (Oxoid- España) y el agar extracto de levadura – glucosa – lactosa- peptona carne (YGLPB) preparado según las indicaciones de la Colección Española de Cultivos Tipos (CECT, <http://www.cect.org>). Las cajas Petri fueron incubadas a $30^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ durante 48 h en microaerofilia.

A partir de colonias de BAL, se seleccionaron y aislaron aquellas con diferentes morfotipos y los aislados que cumplieron con la caracterización básica catalasa (-), oxidasa (-) y tinción Gram (+), fueron considerados presuntivas BAL y se conservaron a -80°C en el caldo igual al agar, de donde inicialmente fueron aisladas, con 20% de glicerol.

La identificación molecular de los aislados de BAL se realizó mediante la amplificación y secuenciación del gen ribosomal 16S empleando los Primer: 785F (3' GGA TTA GAT CCC TGG TA 5') y 907R (5' CCG TCA ATT CCT TTR AGT TT 3') y la lectura

de las secuencias se realizó empleando el software BlastN contra la base de datos de secuencias no redundantes de NCBI.

2.3 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

El pH (método AOAC 981.12) y la acidez titulable expresando el resultado en % de ácido láctico (% p/v) (ISO/TS 11869:2012) se midieron para todos los tiempos.

El contenido de ácidos orgánicos, carbohidratos simples y alcohol se evaluaron mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) (Valencia et al., 2019). Los sólidos solubles (°Brix) se midieron por refractómetro, las coordenadas CIEL*a*b* para el color se evaluaron en el espectrofotómetro portátil X-Rite SP-64 con iluminador D65 y observador de 2°, con especular incorporado y ventana de observación de 4mm. Las metodologías para el análisis de aminoácidos libres y bromatológicos se presentan en la Tabla 1. El análisis reológico se realizó con un reómetro Malvern (MAN 0329 – 4.0. Bohlin Gemini & CVO Rheometers) equipado con el software Bohlin P6.51.0.3 (Malvern Ltda., UK), con cilindro interior de 50 mm de diámetro y ángulo de cono de 1° con un gap de 0.150 mm. El control de temperatura se realizó con un sistema Peltier a 15 ± 1 °C para todos los ensayos.

2.4 ANÁLISIS SENSORIALES

Las muestras que cumplieron los criterios microbiológicos fueron analizadas mediante análisis descriptivo cuantitativo por 5 jueces entrenados que evaluaron los atributos objetivos de color, olor, sabor, apariencia, con una escala hedónica donde excelente (puntaje = 10) y muy pobre (puntaje = 0).

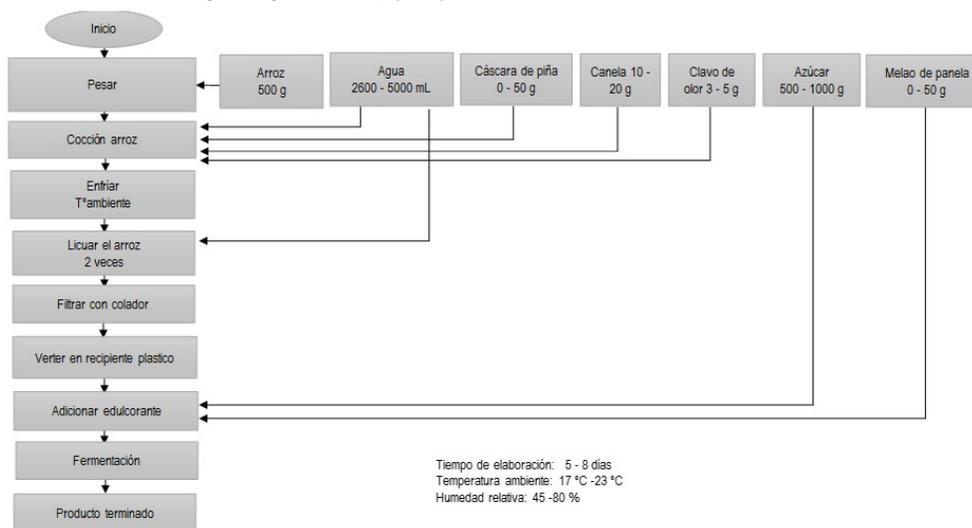
2.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

La diferencia estadística se determinó utilizando los límites de la desviación estándar (LDS) del 95%. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA), empleando los programas IBM SPSS versión 25 y Statgraphics versión 18, para comparar los resultados de los recuentos entre los tiempos.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

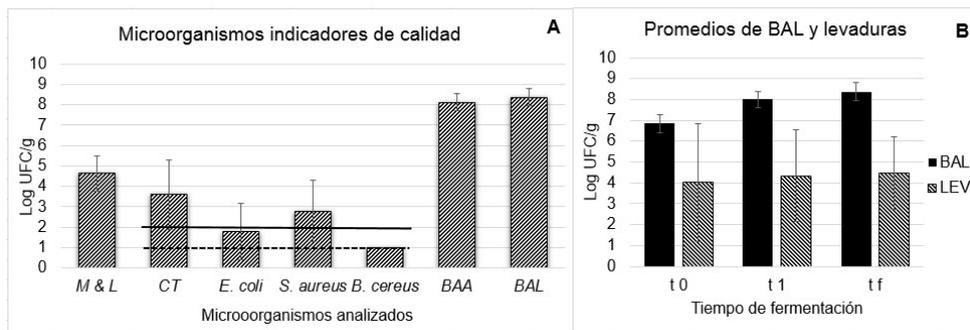
Luego de observar y documentar los procesos de elaboración del masato, se pudo establecer el diagrama general que reúne las etapas del proceso que tienen en común los diferentes productores, materias primas empleadas y los rangos de uso, así como el tiempo de fermentación requerido (Fig.1).

Fig. 1. Diagrama de flujo para producción artesanal de masato de arroz



Los recuentos de microorganismos indicadores de calidad y seguridad alimentaria, de BAA y de BAL de t_f se presentan en la Fig. 2A. Y los recuentos de BAL y levaduras para t_0 , t_1 y t_f se presentan en la Fig. 2B.

Fig. 2 Promedio e intervalos LDS de los recuentos microbiológicos **A)** Microorganismos indicadores de calidad alimentaria de producto terminado. **B)** Recuentos de BAL y levaduras durante diferentes tiempos de fermentación.



Tomando como referencia la Norma técnica colombiana NTC 5148:2003 para alimentos similares se observa que la mayoría de criterios de calidad estuvieron por encima de los límites permitidos (CT y EC < 1 Log UFC/g y STA < 2 Log UFC/g), presentando una alta variabilidad en los resultados, excepto para *B. cereus* que estuvo por debajo de los límites permitidos (< 2 Log UFC/g). Análogos resultados han sido reportados por algunos autores (Puerari et al., 2015; Valencia et al., 2019). Por otra parte, el promedio de las BAA y BAL se encontró entre 8.1 y 8.4 Log UFC/g respectivamente, similar a lo reportado por (Salmerón et al., 2015). Con relación al recuento de mohos y levaduras tuvo

un promedio de 4.6 Log UFC/g en t_p , presentando las levaduras un predominio de 97%. Además, *Salmonella* sp. estuvo presente en un solo lote de producción.

Esta contaminación, esta relaciona con deficiencias en los hábitos higiénicos, asociados principalmente a las condiciones del hogar y del manipulador, así como a los procesos no controlados (Puerari et al., 2015). La variabilidad en los recuentos puede ser debida a las características ambientales, el agua empleada, los utensilios, el material de los mesones de trabajo, la desinfección, o la exposición al aire donde existe el riesgo de ataque de insectos (Ramos & Schwan, 2017). Factores que ponen en riesgo la inocuidad del producto y podrían ser vehículo para la transmisión de toxi-infecciones alimentarias.

Al realizar el seguimiento de BAL y levaduras, las BAL se encontraron por encima de 6 Log UFC/g en t_0 presentando diferencias significativas con t_f ($p=0.044$), alcanzando un valor de 8.37 Log UFC/g. En el caso de las levaduras no presentan diferencias ($p=0.910$) y prevalecen durante todo el proceso con un valor inicial promedio de 4.01 Log UFC/g y final de 4.48 Log UFC/g, presentando mayores desviaciones estándar al inicio del proceso. Los resultados de levaduras reflejan que éstas al igual que las BAL, juegan un papel importante en la fermentación del Masato y pueden encontrarse como microbiota autóctona, otorgándole al producto características fisicoquímicas y sensoriales específicas, a su vez, se aumentaría la vida útil y favorecería la disponibilidad y digestibilidad de nutrientes (Blandino et al., 2003; Salmerón et al., 2015).

Se identificaron un total de 59 aislados (Tabla 2). Encontrándose 6 géneros diferentes entre los que predominan *Leuconostoc* con un 74.4% con una presencia mayoritaria de *Leu. citreum* y *Leu. lactis*.

Las características probióticas de *Leu. citreum*, fueron evaluadas en un alimento fermentado de México, donde identificaron su capacidad de inhibir el crecimiento de patógenos asociada a la producción de bacteriocinas y ácidos orgánicos de cadena corta (Silva et al., 2017).

Tabla. 2 identificación molecular de BAL y predominancia microbiológica de las cepas.

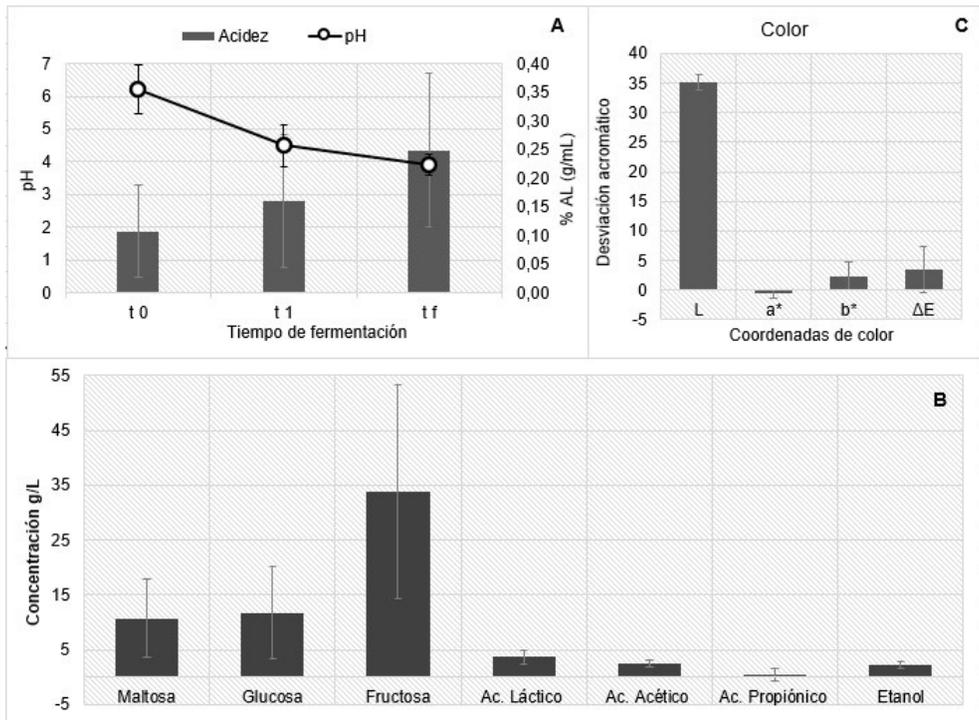
Identificación	Cantidad	%
<i>Leuconostoc citreum</i>	19	32.2
<i>Lactococcus lactis</i>	8	13.56
<i>Leuconostoc lactis</i>	8	13.56
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	6	10.17
<i>Leuconostoc pseudomesenteroides</i>	6	10.17
<i>Leuconostoc lactis</i>	4	6.78
<i>Weissella cibaria</i>	3	5.08
<i>Enterococcus faecalis</i>	1	1.69
<i>Kluyvera</i>	1	1.69

Identificación	Cantidad	%
<i>Lactobacillus paracasei</i>	1	1.69
<i>Leuconostoc</i>	1	1.69
<i>Lactococcus</i>	1	1.69
Total	59	100

Otros estudios destacan que las BAL pertenecientes a los géneros *Leuconostoc* y *Weissella*, son productores de exopolisacáridos, aunque la cantidad depende de la cepa, la especie y biotipo. Finalmente, las cepas, *Lactococcus lactis* y *W. cibaria* han sido empleadas como iniciadores para la fermentación de bebidas (Pan et al., 2020; Santos et al., 2012).

En los resultados de pH se observó un descenso con diferencias significativas entre los tiempos de fermentación ($p= 0.00$), alcanzando en t_f un promedio de pH de 3.89 ± 0.32 (Fig. 3A). La acidez por su parte presentó una tendencia a incrementar con el tiempo con variaciones muy altas entre los lotes evaluados ($p = 0.001$), esto podría deberse a la disociación que pueden presentar los diferentes tipos de ácidos orgánicos a los diferentes pH que se encuentran en el sistema (Soames et al., 2018).

Fig. 3. Resultados de los análisis fisicoquímicos del masato. **A)** pH y acidez titulable durante la fermentación. **B)** Ácidos orgánicos, carbohidratos y alcohol en el producto terminado. **C)** Color



En el contenido de carbohidratos se observó variación en estos, la fructosa se encontró en mayor proporción, la cual probablemente proveniente de la degradación de la sacarosa, y aparentemente es menos la afinidad de los microorganismos presentes su consumo. Con relación a los ácidos orgánicos presentó mayor concentración el ácido láctico (3.66 g/L) seguido del acético (2.57 g/L) y el alcohol (2.25 g/L) (Fig. 3B). El predominio de estos compuestos puede se relaciona con la presencia de BAL, BAA y levaduras (Fig. 2A), debido a que, son el resultado de la fermentación de los azúcares, además actúan como compuestos antimicrobianos, bajando el pH lo hace que los ácidos orgánicos sean liposolubles, permitiendo atravesar la membrana celular y llegar al citoplasma de los patógenos (Özcelik et al., 2016; Salmerón et al., 2015).

Con relación al color (Fig. 3C), la luminosidad presentó un promedio de 35.18 ± 1.3 , con predominio de tonalidades amarillas (b*). Esto se asocia con las las propiedades fitoquímicas del arroz, el cual contiene flavonoides y en algunos tipos de antocianinas (Nayeem et al., 2021; Ratseewo et al., 2019). Además, en la cáscara de piña y en los pequeños tozos de pulpa se encuentran pigmentos como: clorofila (Feofitina), xantofilas (Violaxantina) y carotenos (Luteína) (Chutintrasri & Noomhorm, 2007; Steingass et al., 2020).

Los análisis bromatológicos, el contenido de minerales, aminoácidos libres, porcentaje de humedad y sólidos solubles se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Promedio y DS de los análisis fisicoquímicos de masato

Composición	Unidades	Valor
Sólidos solubles	° Brix	11,11 ± 1,99
Humedad	g/100g	85,02 ± 2,47
Aminoácidos libres	mM	0,70 ± 0,45
Cenizas	g/100g	< 0,05 - 0,06
Proteína	g/100g	< 2,5
Calcio	mg/Kg	< 50
Fósforo	mg/Kg	< 100
Hierro	mg/Kg	< 5
Zinc	mg/Kg	< 5

Con relación a estos resultados se puede decir que no existe una variación alta en el contenido final de humedad, seguramente por las interacciones que se establecen con el almidón presente en el sistema. Por otra parte, se observa que el masato es una

fuerza energética para la nutrición con un bajo contenido de proteínas y minerales. Verma & Srivastav, (2017), hacen referencia a los componentes nutricionales del arroz, destacándose como una fuente rica en aminoácidos esenciales como la lisina, minerales, proteínas y compuestos bioactivos. Aunque algunos estudios evidencian un alto contenido de proteínas y minerales, los valores nutricionales del arroz varían según el genotipo, la fertilidad del suelo, la aplicación de fertilizantes y otras condiciones ambientales (Verma & Srivastav, 2020; Yu et al., 2020).

Los resultados del análisis reológico se presentan en la Tabla 4 y los análisis sensoriales en la Figura 4.

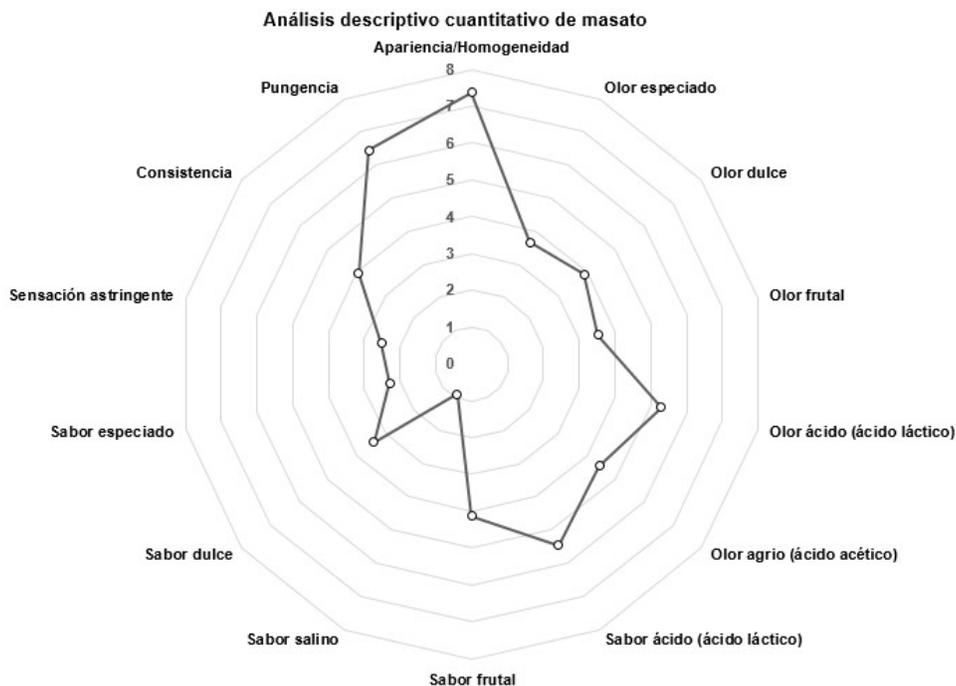
Tabla 4. resultados reológicos del masato

Lotes	G' (Pa)	G'' (Pa)	d (rad)	K (Pa*s^n)	n
1	1.67	0.84	0.83	16.03	0.79
2	0.13	0.25	1.08	11.53	0.77
3	0.08	0.29	1.30	8.52	0.75
4	122.75	51.35	0.40	8.21	0.54
5	2.05	3.80	1.08	1.20	0.66
6	115.35	48.95	0.40	8.35	0.51
7	8.82	10.02	0.85	2.27	0.61
8	2559.50	728.50	0.28	11.56	0.57
9	244.25	114.55	0.44	17.12	0.56

Se observó que existe entre los productos una amplia variedad de estructuras como geles y soluciones macromoleculares concentradas (lotes 4, 6, 8 y 9) y otras diluidas (Lotes 2, 3, 5 y 7); presentando características entre pseudoplástico, tixotrópico, no-newtoniano, esto a causa de la variabilidad en la concentración de sólidos, diferencias en el proceso de fermentación y cambios resultantes de la congelación y posterior re-gelatinización del almidón de arroz.

En el perfil sensorial los panelistas resaltaron la apariencia homogénea y descriptores como olores y sabores ácidos y la pungencia como los de mayor intensidad (5.29 ± 0.47 ; 5.46 ± 0.53 y 6.44 ± 0.03) respectivamente, otros descriptores fueron olor especiado, dulce y agrio, sabor frutal y dulce con menor intensidad. Muchos de estos descriptores se asocian a metabolitos formados durante los procesos fermentativos y las materias primas empleadas en su elaboración.

Fig. 4. Análisis descriptivo cuantitativo del masato



Finalmente, se logró demostrar la importancia de los diferentes grupos microbianos y el efecto que su presencia pueda tener en los productos terminados. De hecho, se observó el efecto que tiene la concomitancia de BAL y levaduras en la cual las primeras favorecen la acidificación del masato, lo que ayuda el crecimiento de las levaduras que a su vez brindan nutrientes para el crecimiento de las BAL (Adesulu-Dahunsi et al., 2020; Lacerda et al., 2010). Igualmente se ve como los microorganismos afectan las características fisicoquímicas propias del producto. Además, la variabilidad microbiológica existente en el ambiente específico de producción (hábitos higiénicos, utensilios, entre otros) que afectan directamente los componentes del producto fermentado. Estos resultados permitirán proponer mejoras para la elaboración del “masato”.

4 CONCLUSIONES

Se demostró que la mayoría de productos tiene problemas para el cumplimiento de los criterios de calidad higiénico sanitaria, probablemente debido a las condiciones locativas con las que cuentan los productores.

Se logró demostrar la presencia de microorganismos de interés industrial que podrían dar un valor agregado a este tipo de productos.

Además, los resultados reflejaron la falta de estandarización de procesos y la importancia que debería tener una normativa específica para este tipo de productos.

REFERENCIAS

- Adesulu-Dahunsi, A. T., Dahunsi, S. O., & Olayanju, A. (2020). Synergistic microbial interactions between lactic acid bacteria and yeasts during production of Nigerian indigenous fermented foods and beverages. *Food Control*, *110*(May 2019), 106963. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106963>
- Blandino, A., Al-Aseeri, M. E., Pandiella, S. S., Cantero, D., & Webb, C. (2003). Cereal-based fermented foods and beverages. *Food Research International*, *36*(6), 527–543. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(03\)00009-7](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(03)00009-7)
- Byakika, S., Mukisa, I. M., Byaruhanga, Y. B., Male, D., & Muyanja, C. (2019). Influence of food safety knowledge, attitudes and practices of processors on microbiological quality of commercially produced traditional fermented cereal beverages, a case of Obushera in Kampala. *Food Control*, *100*(January), 212–219. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.01.024>
- Chutintrasri, B., & Noomhorm, A. (2007). Color degradation kinetics of pineapple puree during thermal processing. *LWT - Food Science and Technology*, *40*(2), 300–306. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.11.003>
- Han, J., Zhang, J., Lin, X., Liang, H., Li, S., Yu, C., Zhu, B., & Ji, C. (2020). Effect of autochthonous lactic acid bacteria on fermented Yucha quality. *Lwt*, *123*(January), 109060. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109060>
- Lacerda, C., Gonzalega, E., Vinícius, G., Gomes, P., Souza, E., & Freitas, R. (2010). Determination of dynamic characteristics of microbiota in a fermented beverage produced by Brazilian Amerindians using culture-dependent and culture-independent methods. *International Journal of Food Microbiology*, *140*(2–3), 225–231. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.03.029>
- Lamba, J., Goomer, S., & Saxena, S. K. (2019). Study the lactic acid bacteria content in traditional fermented Indian drink: Kanji. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, *16*, 100143. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2019.100143>
- Masson, L. (2019). 12th IFDC 2017 Special issue – Foods from Latin America and their nutritional contribution: A global perspective. *Journal of Food Composition and Analysis*, *83*(August), 103291. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.103291>
- Nayeem, S., Sundararajan, S., Ashok, A. K., Abusaliya, A., & Ramalingam, S. (2021). Effects of cooking on phytochemical and antioxidant properties of pigmented and non-pigmented rare Indian rice landraces. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, *32*, 101928. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.101928>
- Özcelik, S., Kuley, E., & Özogul, F. (2016). Formation of lactic, acetic, succinic, propionic, formic and butyric acid by lactic acid bacteria. *LWT - Food Science and Technology*, *73*, 536–542. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.06.066>
- Pan, L., Han, Y., & Zhou, Z. (2020). *In vitro* prebiotic activities of exopolysaccharide from *Leuconostoc pseudomesenteroides* XG5 and its effect on the gut microbiota of mice. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103853>
- Puerari, C., Magalhães, K., & Schwan, R. (2015). Physicochemical and microbiological characterization of chicha, a rice-based fermented beverage produced by Umutina Brazilian Amerindians. *Food Microbiology*, *46*, 210–217. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2014.08.009>

- Ramos, C. L., & Schwan, R. F. (2017). Technological and nutritional aspects of indigenous Latin America fermented foods. *Current Opinion in Food Science*, 13(Table 1), 97–102. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2017.07.001>
- Ratseewo, J., Warren, F. J., & Siriamornpun, S. (2019). The influence of starch structure and anthocyanin content on the digestibility of Thai pigmented rice. *Food Chemistry*, 298, 124949. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.06.016>
- Rios, C., Maldonado, L., & Caballero, L. (2016). Bebida fermentada a base de arroz con adición de probióticos. *@limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 14(1), 54. <https://doi.org/10.24054/16927125.v1.n1.2016.2126>
- Salmerón, I., Thomas, K., & Pandiella, S. S. (2015). Effect of potentially probiotic lactic acid bacteria on the physicochemical composition and acceptance of fermented cereal beverages. *Journal of Functional Foods*, 15, 106–115. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.03.012>
- Santos, C. C. A. do A., Almeida, E. G. de, Melo, G. V. P. de, & Schwan, R. F. (2012). Microbiological and physicochemical characterisation of caxiri, an alcoholic beverage produced by the indigenous Juruna people of Brazil. *International Journal of Food Microbiology*, 156(2), 112–121. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.03.010>
- Silva, M. S., Ramos, C. L., González-Avila, M., Gschaedler, A., Arrizon, J., Schwan, R. F., & Dias, D. R. (2017). Probiotic properties of *Weissella cibaria* and *Leuconostoc citreum* isolated from tejuino – A typical Mexican beverage. *LWT - Food Science and Technology*, 86, 227–232. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.08.009>
- Soames, A., Iglauer, S., Barifcani, A., & Gubner, R. (2018). Acid Dissociation Constant (p K a) of Common Monoethylene Glycol (MEG) Regeneration Organic Acids and Methyl-diethanolamine at Varying MEG Concentration, Temperature, and Ionic Strength. *Journal of Chemical and Engineering Data*, 63(8), 2904–2913. <https://doi.org/10.1021/acs.jced.8b00221>
- Steingass, C. B., Vollmer, K., Lux, P. E., Dell, C., Carle, R., & Schweiggert, R. M. (2020). HPLC-DAD-APCI-MSn analysis of the genuine carotenoid pattern of pineapple (*Ananas comosus* [L.] Merr.) infructescence. *Food Research International*, 127, 108709. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108709>
- Väkeväinen, K., Valderrama, A., Espinosa, J., Centurión, D., Rizo, J., Reyes-Duarte, D., Díaz-Ruiz, G., von Wright, A., Elizaquível, P., Esquível, K., Simontaival, A. I., Aznar, R., Wachter, C., & Plumed-Ferrer, C. (2018). Characterization of lactic acid bacteria recovered from atole agrio, a traditional Mexican fermented beverage. *LWT - Food Science and Technology*, 88, 109–118. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.10.004>
- Valencia, G. F., Palacios, A. P., & López, C. Y. (2019). Base line to provide added value to fermented handcrafted rice based products “Masato.” *Italian Journal of Food Science, Special*, 79–89.
- Verma, D. K., & Srivastav, P. P. (2020). Bioactive compounds of rice (*Oryza sativa* L.): Review on paradigm and its potential benefit in human health. In *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 97, pp. 355–365). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.01.007>
- Yépez, A. (2018). *Potencial biotecnológico de bacterias lácticas aisladas de productos fermentados de Latinoamérica y su aplicación en alimentos funcionales Alba Yépez Latorre: Vol. Tesis doct.*
- Yu, X., Chu, M., Chu, C., Du, Y., Shi, J., Liu, X., Liu, Y., Zhang, H., Zhang, Z., & Yan, N. (2020). Wild rice (*Zizania* spp.): A review of its nutritional constituents, phytochemicals, antioxidant activities, and health-promoting effects. In *Food Chemistry* (Vol. 331, p. 127293). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127293>

CAPÍTULO 12

CONTAGEM DE MICRORGANISMOS ENCONTRADOS EM KEFIR DE LEITE CULTIVADOS ARTESANALMENTE POR FAMÍLIAS DO NORTE DO PARANÁ

Data de submissão: 05/02/2021

Data de aceite: 24/02/2021

Amabily Furquim da Silva

Universidade Estadual do Norte do Paraná
UENP
Campus Luiz Meneghel
Bandeirantes- PR
<http://lattes.cnpq.br/5388198831697602>

Stael Málaga Carrilho

Universidade Estadual do Norte do Paraná
UENP
Campus Luiz Meneghel
Bandeirantes- PR
<http://lattes.cnpq.br/2278986480695086>

Francielle Gibson da Silva Zacarias

Universidade Estadual do Norte do Paraná
UENP
Campus Luiz Meneghel
Bandeirantes- PR
<https://orcid.org/0000-0003-1862-675X>

Claudia Yurika Tamehiro

Universidade Estadual do Norte do Paraná
UENP
Campus Luiz Meneghel
Bandeirantes- PR
<http://lattes.cnpq.br/3001407216866732>

Eder Paulo Fagan

Universidade Estadual do Norte do Paraná
UENP
Campus Luiz Meneghel
Bandeirantes- PR
<http://lattes.cnpq.br/1623219384012147>

Enrico Nogueira Tozzi

Universidade Estadual do Norte do Paraná
UENP
Campus Luiz Meneghel
Bandeirantes- PR
<http://lattes.cnpq.br/7352963320137926>

Anna Carolina Leonelli Pires de Campos

Universidade Estadual do Norte do Paraná
UENP
Campus Luiz Meneghel
Bandeirantes- PR
<http://lattes.cnpq.br/0616927177627883>

RESUMO: Kefir é uma bebida probiótica fermentada realizada a partir de grãos kefir crescidos em um substrato, sendo um dos principais utilizados o leite bovino. A microbiota é principalmente constituída por bactérias e leveduras que apresentam uma relação simbiótica. Estudos indicam que a atividade da microbiota e o consumo da bebida podem trazer diversos benefícios a saúde, podendo até interferir no crescimento

de alguns patógenos. A produção da bebida é ainda predominantemente artesanal, sendo que as diferentes formas de manipulação e sucessivas reinoculações dos grãos geram produtos com diferentes composições de microbiota e com risco de contaminação dos grãos e da bebida fermentada. Este trabalho foi realizado no Centro Mesorregional de Excelência e Tecnologia do Leite (CMETL), Universidade Estadual do Norte do Paraná - Campus Luiz Meneghel e teve como objetivo a contagem de bactérias lácticas, de bolores e leveduras e enumeração de coliformes total e termotolerantes, presentes nos grãos de kefir, cultivados artesanalmente por famílias do norte do Paraná.

PALAVRAS-CHAVE: Grãos de kefir. Bebida fermentada.

COUNT OF MICROORGANISMS FOUND IN MILK KEFIR HOMEMADE BY FAMILIES IN NORTHERN PARANA

ABSTRACT: Kefir is a fermented probiotic beverage made from kefir grains added to a substrate, being cow's milk one of the main types of substrate used. The microbiotic consists mainly by bacteria and yeasts that present a symbiotic relationship. Studies show that the microbiota's activities and the beverage's consume can bring many health benefits and even interfere in some pathogens development. The production is still mostly handcrafted, this way different manners of manipulation and successive grains reinoculation results in products with different microbiota compositions and risking the grains and beverage contamination. This study was done at the Centro Mesorregional de Excelência e Tecnologia do Leite (CMETL), Universidade do Norte do Paraná - Campus Luiz Meneghel, aiming molds, yeasts and lactic bacteria count, and counting of total and thermotolerant coliforms in kefir grains handmade by north of Paraná families.

KEYWORDS: Kefir grains. Beverage.

1 INTRODUÇÃO

O kefir é uma bebida probiótica, que apresenta um sabor levemente acidificado, resultante da fermentação de açúcares realizada pela microbiota, constituída por bactérias e leveduras (GARROTE, ABRAHAM, DE ANTONI, 1998; OTLES, CAGINDI, 2003). Os grãos de kefir que são massas gelatinosas constituída por grãos de formato irregular e esbranquiçado quando produzidos em leite (IRIGOYEN et al., 2005; OTLES, CAGINDI, 2003; WESCHENFELDER, 2009).

Os grãos de kefir crescem continuamente no substrato (GUZEL-SEYDIM, SEYDIM, GREENE, 2000) e para prevenir o crescimento excessivo, remove-se parte dos grãos, que podem ser consumidos junto com a bebida ou podem ser congelados e reutilizados para nova bebida, devido a simbiose dos microrganismos, formando assim as mudas.

Estudos mostram que o kefir apresenta, além de valor nutricional (SARKAR, 2007), propriedades terapêuticas, como atividade anti-inflamatória (SCHNEEDORF,

ANFITEATRO, 2004), podendo também, melhorar a digestão da lactose (HERTZLER, CLANCY, 2003), modular a microbiota intestinal (FARNWORTH, 2005), o sistema imune (SCHNEEDORF, ANFITEATRO, 2004; VINDEROLA et al., 2005) e a colesterolemia (OTLES, CAGINDI, 2003) e apresentar atividade antagonista a gêneros de patógenos (CZAMANSKI, GRECO, WIEST, 2004; SANTOS et al., 2003; ULUSOY et al., 2007; WESCHENFELDER, 2009).

No Brasil, de acordo com a Instrução Normativa nº 46 de 2007, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, kefir é caracterizado com um leite fermentado constituído por bactérias dos gêneros *Leuconostoc*, *Lactococcus*, e *Acetobacter*, leveduras como *Kluyveromyces marxianus* e *Saccharomyces omnisporus*, *Saccharomyces exiguus* e *Saccharomyces cerevisiae*, além de *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus kefir*, *Bifidobacterium sp.* e *Streptococcus salivarius*.

A produção do kefir ainda é predominantemente artesanal, gerando produtos com diferentes composições de microbiota e com risco de contaminação dos grãos e da bebida fermentada, de acordo com a manipulação, transferência dos grãos e ambiente em que são acondicionados (GARROTE, ABRAHAM, ANTONI, 2001; CARNEIRO, 2010).

Este trabalho foi realizado em 2018, no Centro Mesorregional de Excelência e Tecnologia do Leite (CMETL), Universidade Estadual do Norte do Paraná - Campus Luiz Meneghel e teve como objetivo a contagem de bactérias lácticas, de bolores e leveduras e enumeração de coliformes total e termotolerantes, presentes em kefir de leite, cultivados artesanalmente por famílias do norte do Paraná.

2 METODOLOGIA

Para a realização deste artigo, utilizou-se 10 amostras de kefir de leite, constituídas por grãos de kefir acrescidas em leite bovino, providas de manipulações familiares de cidades do norte do Paraná, contactadas a partir de grupos de doações de mudas de kefir em redes sociais. Os grãos de kefir foram padronizados em leite integral UHT de marca específica, em uma proporção de 10 gramas para 100 mililitros (GARROTE, ABRAHAM, DE ANTONI, 1998), mantidos em temperatura ambiente por 24 horas (WESCHENFELDER, 2009) e avaliados quanto a contagem de bactérias lácticas, de bolores e leveduras e enumeração de coliformes total e termotolerantes de acordo com Silva et. al. (2010), com a Instrução Normativa Nº 62, de 26 de agosto de 2003 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento- MAPA (BRASIL, 2003) e com a Instrução Normativa Nº 46, de 23 de outubro de 2007 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento- MAPA (BRASIL, 2007) . As análises microbiológicas foram realizadas no Centro Mesorregional

de Excelência e Tecnologia do Leite (CMETL) da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) - Campus Luiz Meneghel no ano de 2018.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diferentes contagens de microrganismos puderam ser observadas entre as amostras analisadas, sendo os resultados obtidos pelas análises microbiológicas expressos na Tabela 1.

Tabela 1- Resultados da análise microbiológica das amostras de kefir de leite cultivadas artesanalmente por famílias do norte do Paraná, reinoculadas em leite integral UHT e incubadas por 24 horas.

Amostra	Coliformes Totais (NMP/g)	Coliformes Termotolerantes (NMP/g)	Bolores e Leveduras (UFC/g)	Bactérias Láticas (UFC/g)
K1	460	43	7×10^5	2×10^8
K2	120	92	2×10^5	7×10^8
K3	36	36	4×10^5	3×10^9
K4	230	36	1×10^6	5×10^7
K5	92	23	3×10^6	7×10^7
K6	280	200	1×10^6	2×10^8
K7	1100	150	2×10^6	3×10^8
K8	350	280	4×10^6	2×10^8
K9	>1100	1100	2×10^6	5×10^8
K10	280	150	2×10^6	1×10^8

(CARRILHO, 2018)

As contagens de bactérias lácticas estavam dentro do parâmetro mínimo exigido pela legislação para um produto probiótico (BRASIL, 2007). Com relação a bolores e leveduras, a contagem se encontra dentro do padrão mínimo estabelecido pela legislação (BRASIL, 2007; MERCOSUL, 1997), contudo seriam necessárias provas bioquímicas e análises biomolecular para comprovação de gêneros e espécies presentes nas amostras, para avaliar a presença de microrganismos contaminantes e patógenos. Vários autores (KOROLEVA, 1991; OTLES, CAGINDI, 2003; SCHNEEDORF, ANFITEATRO, 2004) citaram que a fermentação de açúcares com grãos de kefir, em temperatura ambiente, favorece o desenvolvimento, tanto das leveduras quanto das bactérias lácticas. No entanto, esta técnica de cultivo não seria totalmente desfavorável ao desenvolvimento de outras bactérias, como patógenos e deteriorantes.

Observou-se, também que das 10 amostras analisadas, todas estavam em desacordo com o limite estabelecido para coliformes termotolerantes, referentes a leites fermentados pela legislação (BRASIL, 2007). A alta contagem de coliformes totais e termotolerantes, observadas nesse estudo, pode estar relacionada com a contaminação pela manipulação ou armazenagem inadequada dos grãos em suas culturas sucessivas e doação das mudas (GARROTE, ABRAHAM, ANTONI, 2001).

O uso de peneiras, recipientes e colheres que não sejam de uso exclusivo para manipulação do kefir, assim como a não higienização adequada desses utensílios e das mãos do manipulador, poderiam levar a contaminação dos grãos em suas sucessivas transferências.

Ribeiro (2015), salienta que a ausência de coliformes termotolerantes indicaria que o processo de fermentação de kefir tem finalidade de bioconservação e estabilização microbiológicas nos produtos, assim supõem-se que a microbiota presente nos grãos encontra -se em desequilíbrio, contudo se faz necessário estudos detalhados para comprovação dos fatos.

Os resultados não nos permitem avaliar a real constituição microbiológica e a qualidade higiênico-sanitárias dos grãos de kefir avaliados, para isso mais avaliações devem ser realizadas. Entretanto, nos permitem dizer que, pela enumeração de coliformes termotolerantes, os grãos de kefir apresentam qualidade microbiológica insatisfatória para utilização como matéria-prima para produção de bebidas fermentadas.

O método tradicional de obtenção do kefir por culturas sucessivas com reinoculação dos grãos gera produtos não padronizados e a composição da microbiota pode variar de uma produção para outra, ocorrendo perda da cultura de leveduras e bactérias lácticas, durante a sequência de transferências e tempo de fermentação e também varia de fonte para fonte (CARNEIRO, 2010).

As variações podem decorrer, também, devido a contaminação por manipulação inadequada ou uso de utensílios contaminados e devido a alterações das condições ambientais, dificultando assim, a manutenção do padrão de qualidade da produção artesanal. Recomenda-se então, maior rigor no cumprimento das medidas higiênico-sanitárias durante a manipulação, no armazenamento e na separação das mudas e sucessivas produções da bebida, para desta forma oferecer ao consumidor produto compatível com a legislação vigente no âmbito industrial, para consumo artesanal.

4 CONCLUSÃO

O total de 100% das amostras de kefir de leite avaliadas se mostraram insatisfatórias aos parâmetros da legislação para kefir. As alterações registradas com relação a enumeração de coliformes totais e termotolerantes supõem-se ser devido

a manipulação, armazenamento e transporte inadequado para doação das mudas e preparação da bebida, sendo de qualidade insatisfatória para consumo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados**. Diário oficial da união. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62 de 26 de agosto de 2003. **Oficializa os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 de set. 2003.

CARNEIRO, R. P. **Desenvolvimento de uma cultura iniciadora para produção de kefir**. Mestrado - Dissertação. Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. p. 143.

CARRILHO, S. M. **Resultados da análise microbiológica das amostras de kefir de leite cultivadas artesanalmente por famílias do norte do Paraná, reinoculadas em leite integral UHT e incubadas por 24 horas**, 2018. 1 tabela.

CZAMANSKI, R. T.; GRECO, D. P.; WIEST, J. M. **Evaluation of antibiotic activity in filtrates of traditional Kefir**, Higiene Alimentar, v. 18, n. 124, p. 75-7, 2004.

FARNWORTH, E.R. **Kefir- a complex probiotic**. Food Science and Technology Bulletin, v. 2, n.1, p. 1-17, 2005.

GARROTE, G. L.; ABRAHAM, A. G.; DE ANTONI, G. L. **Characteristics of kefir prepared with different grain [ratio] milk ratios**. Journal of Dairy Research, v. 65, n. 1, p. 149-154, 1998.

GARROTE, G. L.; ABRAHAM, A.G.; ANTONI, G.L. **Chemical and microbiological characterization of Kefir grains**. Journal of Dairy Research, v.68, n. 4, p.639- 652, 2001.

GUZEL- SEYDIM, Z.; SEYDIM, A. C.; GREENE, A. K. **Organic acids and volatile flavor components evolved during refrigerated storage of kefir**. Journal Dairy Science, v.83, p. 275, 2000.

HERTZLER, S. R.; CLANCY, S. M. **Kefir improves lactose digestion and tolerance in adults with lactose maldigestion**. Journal of the American Dietetic Association, v. 103, n. 5, p. 5882-587, 2003.

IRIGOYEN, A.; ARANA, I.; CASTIELLA, M.; TORRE, P.; IBÁÑEZ, F.C. **Microbiology, physicochemical and sensory characteristics of kefir during storage**. Food Chemistry, London, v. 90, n. 21, p. 613-620, 2005.

KOROLEVA, N. S. **Products prepared with lactic acid bacteria and yeasts**. In: Robinson, R. K., editor. Therapeutic properties of fermented milks. London, UK: Elsevier Applied Sciences Publishers, 1991. p. 159-179.

MERCOSUL. Mercado Comum do Sul. **Reglamento tecnico mercosur de identidad y calidad de leches fermentadas**- mercosur/gmc/res nº 47/97. XXVIII GMC - Montevideo, Montevideo, 13 de dez. 1997.

OTLES, S.; CAGINDI, O. **Kefir: A Probiotic Dairy** - Composition, Nutritional and Therapeutic Aspects. Pakistan Journal of Nutrition, v. 2, n. 2, p. 54-59, 2003.

RIBEIRO, A. S. **Caracterização de micro-organismos com potencial probiótico isolados a partir de kefir produzidos na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal e Santa Maria, Santa Maria. p. 78. 2015.

SANTOS, A., SAN MAURO, M., SANCHEZ, A., TORRES, J. M.; MARQUINA, D. **The antimicrobial properties of different strains of Lactobacillus spp. isolated from Kefir.** Systematic Applied Microbiology, v. 26, n. 3, p. 434-7, 2003

SARKAR, S. **Potencial of kefir as a dietetic beverage** –a review. British Food Journal, v. 109, n. 4, p. 280-290, 2007.

SILVA, D.; JUNQUEIRA, V. C.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de alimentos e Água.** São Paulo: Varela, 2010.

SCHNEEDORF, J. M.; ANFITEATRO, D. **O quefir e inflamação.** In: CARVALHO, J. C. T, editor. Fitoterápicos anti-inflamatórios: aspectos químicos, farmacológicos e aplicações terapêuticas. Ribeirão Preto, São Paulo: Tecmedd, 2004. p. 443–467.

ULUSOY, B. H.; ÇOLAK, H.; HAMPIKYAN, H.; ERKAN, M. E. **An in vitro study on the antibacterial effect of kefir against some food-borne pathogens.** Türk Mikrobiyol Cem Derg, v. 37, n. 2, p. 103-107, 2007.

VINDEROLA, C. G.; DUARTE, J.; THANGAVEL, D.; PERDIGÓN, G.; FARNWORTH, E.; MATAR, C. **Immunomodulating capacity of kefir.** Journal Dairy Research, v. 72, p. 195-202, 2005.

WESCHENFELDER, S. **Caracterização de kefir tradicional quanto a composição físico-química, sensorialidade e atividade anti-Escherichia coli.** Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 72. 2009.

CAPÍTULO 13

ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE *TAGETES ERECTA* L (CEMPOALXÓCHITL) HACIA PATÓGENOS ASOCIADOS A INFECCIONES OFTALMOLÓGICAS

Data de submissão: 03/03/2021

Data de aceite: 25/03/2021

Andrea Trejo Argueta

Laboratorio de Investigación de
Salud Intercultural
Universidad Intercultural del
Estado de México

Lib. Francisco Villa S/N
Col. Centro, 50640

San Felipe del Progreso, Estado de México
<https://orcid.org/0000-0002-7598-7191>

Luz Adriana Villegas García

Laboratorio de Investigación de
Salud Intercultural
Universidad Intercultural del
Estado de México

Lib. Francisco Villa S/N
Col. Centro, 50640

San Felipe del Progreso, Estado de México
<https://orcid.org/0000-0002-3946-6874>

Marlene Guadalupe Rodríguez-López

Laboratorio de Toxicología Farmacognosia
UBIPRO. FES IZTACALA, UNAM
Avenida de los Barrios Número 1
Colonia los Reyes Iztacala, 54090
Tlanepantla Estado de México

Laboratorio de Productos Naturales
Departamento de Farmacia, IPN
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas
Avenida Wilfrido Massieu, 07738
Gustavo A. Madero, Ciudad de México
México

<https://orcid.org/0000-0002-1715-3121>

Rosa María Marcelo Sánchez

Clínica de la Universidad Intercultural del
Estado de México

Lib. Francisco Villa S/N
Col. Centro, 50640

San Felipe del Progreso, Estado de México
<http://orcid.org/0000-0002-2197-5013>

Aidé Avendaño Gómez

Universidades para el Bienestar Benito
Juárez García UBBJ

Boulevard Juan S. Millán S/N, esquina S/n
Calle Manzana 27, lote 27

Colonia el Llano, C. P 8050 Badiraguato
Sinaloa, México

<https://orcid.org/0000-0002-6469-0536>

RESUMEN: El objetivo de este trabajo fue evaluar la actividad antimicrobiana de *T. erecta* L en cinco cepas *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, ATCC 12398, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228, *Pseudomona aeruginosa* ATCC 27853 y *Candida albicans* asociadas a infecciones oftalmológicas, se consideró el uso tradicional del grupo étnico Mazahua del Estado de México que emplea la especie y para lo cual no hay registros. Se obtuvieron cuatro extractos mediante el método de maceración- evaporación y destilación por arrastre de vapor, tres hidroalcohólicos de tallo, hoja y flor, uno de diclorometano-metanol y el aceite esencial

de la parte área de la especie. Se calculó el rendimiento de los extractos y se evaluó la actividad antimicrobiana por el método de difusión de Kirby-Baüer y microdilución en caldo, se utilizó como control positivo cloranfenicol para las bacterias y nistatina para la levadura (25 µg para cada uno), los resultados fueron analizados a través del análisis de ANOVA. Los extractos con mayor efecto inhibitorio y con actividad estadísticamente significativa fueron el del tallo y el aceite esencial, el primero hacia *S. epidermidis*: halo de inhibición de 11.75 ± 0.95 mm y el segundo hacia *S. aureus* ATCC 29213; halo de inhibición de 16.75 ± 1.7 mm y *C. albicans* halo de inhibición de 20 mm, los otros extractos no presentaron actividad. Finalmente se encontró que el aceite esencial para la cepa *S. aureus* ATCC 29213 presenta una CMI de 2 mg/mL (inhibición del 80%) y una CBM de 6 mg/mL (inhibición del 100%). Los resultados validan el uso tradicional en enfermedades oftálmicas relacionadas a la presencia de *C. albicans*, *S. epidermidis* y *S. aureus* se recomiendan más estudios para evaluar la variación química, la actividad biológica y los usos potenciales de la especie.

PALABRAS CLAVE: Aceite esencial. *C. albicans*. Cempaxochitl. Mazahua.

ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF *TAGETES ERECTA* L (CEMPOALXÓCHITL) TOWARDS PATHOGENS ASSOCIATED WITH OPHTHALMOLOGICAL INFECTIONS

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the antimicrobial activity of *T. erecta* L in five strains: *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, ATCC 12398, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 and *Candida albicans* associated with ophthalmological infections. According to the traditional use of the Mazahua ethnic group of the State of Mexico for this purpose for which there are no studies. Four extracts were obtained by the method of maceration-evaporation and steam distillation, three hydroalcoholic from the stem, leaf and flower, one of dichloromethane-methanol and the essential oil of the areal part of the species. Extract yield was calculated and antimicrobial activity was evaluated by the Kirby-Baüer diffusion and microdilution methods, chloramphenicol was used as a positive control for bacteria and nystatin for yeast (25 µg for each one), the results were analyzed through the analysis of ANOVA. The extracts with the greatest inhibitory effect and with statistically significant activity were the stem and the essential oil, the first against *S. epidermidis*: inhibition halo of 11.75 ± 0.95 mm, the second towards *S. aureus* ATCC 29213; inhibition halo of 16.75 ± 1.7 mm and *C. albicans* inhibition halo of 20 ± 0 mm, the other extracts show no statistically significant activity. Finally, the essential oil for the *S. aureus* ATCC 29213 strain was found to have a CMI of 2 mg/mL (80% inhibition) and a CBM of 6 mg/mL (100% inhibition). The results validate the traditional use in ophthalmic diseases related to the presence of *C. albicans*, *S. epidermidis* and *S. aureus* more studies are recommended to evaluate chemical variation, biological activity and the potential uses for the species.

KEYWORDS: Essential oil. *C. albicans*. Cempaxochitl, Mazahua.

1 INTRODUCCIÓN

Tagetes (Compositae) es un género originario de América con más de 56 especies (Salehi *et al.*, 2018) naturalizadas en África, Asia y Europa y usadas ampliamente en Irán, China, India, Buthan, Australia, Nigeria, Brazil, Chile, Bolivia, Kenia, Argentina, los Himalayas, Guatemala, México (Dasgupta *et al.*, 2012; Salehi *et al.*, 2018). Su aprovechamiento ha sido registrado en documentos como “Flors africanus” y el Códice Florentino (Neher, 1966; Kaplan, 1960) que dan muestra de su uso en los siglos 12 y 16 (Kaplan, 1960; Neher, 1968; Verma & Verma, 2012). Tanto México como Guatemala son considerados centros de domesticación del género, especies como *T. erecta* L (Cempaxochitl), *T. patula* L (Tepcoalxochitl) y *T. ternifolia* Cav (Macuixochitl) se encuentran de forma silvestre y cultivada con evidencias de procesos de selección artificial asociados a la precocidad de su floración y germinación (Serrato, 1998). El cempaxochitl como también se reconoce a *T. erecta* ha sido usado ampliamente desde el periodo prehispánico como planta ritual, ornamental, alimenticia y colorante (Kasperska, 2020). Entre sus usos medicinales se ha empleado para el tratamiento del “empacho” (termino tradicional en México para referirse a un padecimiento gastrointestinal), diarreas, inflamación, dolor de estómago, problemas respiratorios, dolores de cabeza y enfermedades culturales como los “aires” (Gómez, 2015), infecciones de la piel y ojos de personas y animales domésticos (Salehi, 2018; Shetty *et al.*, 2015).

Hoy en día su uso es principalmente para las festividades del día de muertos (Gomez, 2015). A pesar de su importancia histórica, cultural, medicinal y económica en México son pocos los estudios que se han desarrollado sobre la especie en el país, algunos de ellos enfocados a su cultivo, procesos de domesticación, importancia ritual (Cruz- Ramirez, 2006; Serrato,1998) y como tratamiento de enfermedades del sistema nervioso (Pérez-Ortega, 2017). Por lo anterior el objetivo de esta investigación fue evaluar la actividad antimicrobiana del cempaxochitl, que es utilizado por la medicina tradicional para el tratamiento de enfermedades oftalmológicas. Adicionalmente se buscó complementar el conocimiento de la especie, la cual representa una especie promisoría para la agricultura, la industria alimentaria y medicinal del país.

2 MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 COLECTA DE MATERIAL VEGETAL

La especie fue recolectada con la ayuda de dos productores de cempaxochitl, en la comunidad del grupo indígena Mazahua Rancho la Virgen y Plateros, del municipio

de San Felipe del Progreso Estado de México, donde su uso medicinal ha sido reportado para enfermedades de los ojos y carnosidades (Rosa María Marcelo Sánchez y Mirna Edith Amaya Valladares comunicación personal) (Avendaño *et al.*, 2017), se identificó con ayuda de claves botánicas y un ejemplar quedó como referencia en el Laboratorio de investigación de Salud Intercultural de la Universidad Intercultural del Estado de México.

2.2 ELABORACIÓN DE EXTRACTOS HIDROALCOHÓLICOS Y DE DICLOROMETANO-METANOL

Se limpió y se separaron la flores, hojas y tallo frescos, se secó a temperatura ambiente y se tomaron 100 gr de cada estructura, los cuales se extrajeron por 30 días con una solución etanol- agua 7:3, posteriormente el disolvente se dejó secar a temperatura ambiente en cajas de Petri para determinar su rendimiento.

Para el extracto de diclorometano-metanol se utilizaron 161.04 gr de planta (hojas, tallo, inflorescencia) la cual se extrajo siguiendo el método de maceración descrito por Domínguez (1973) 1: 1 diclorometano-metanol, se filtró y se destilo a presión reducida en rotavapor, posteriormente se colocó en una caja Petri para completar la evaporación del solvente. Se calculó el rendimiento con respecto al peso inicial de la planta.

2.3 OBTENCIÓN DE ACEITE ESENCIAL

El aceite esencial se obtuvo por hidrodestilación de la parte aérea fresca de la planta, se determinó su rendimiento y se almacenó en frascos a 4°C hasta su análisis.

2.4 EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA Y ANTIFÚNGICA

Se obtuvieron cinco cepas de catálogo, tres del laboratorio de Salud Intercultural de la Universidad Intercultural del Estado de México (UIEM) *Candida albicans* ATCC 10231, *Pseudomona aeruginosa* ATCC27853, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 y dos de la Facultad de Estudios Superiores de Iztacala, UNAM (FESI) *Staphylococcus aureus* ATCC 12398, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228.

2.5 EVALUACIÓN DE EFECTO INHIBITORIO

Para determinar la sensibilidad o resistencia de las cepas ante los extractos hidroalcoholicos y el aceite esencial, se empleó el método de difusión en agar Kirby Baüer (Koneman *et al.*, 1997). Las cepas previamente inoculadas y diluidas se sembraron sobre el agar y se colocaron en su superficie sensidiscos de papel Wathman de 5 mm

impregnados con 125 mg, 150 mg, 150 mg de los extractos hidroalcohólicos de tallo, hoja y flor respectivamente, 2 mg del extracto de DMeOH y 10 µL del aceite esencial, como control positivo se utilizaron sensidiscos impregnados con 25 µg de cloranfenicol para las bacterias y 25 µg de nistatina para la levadura. Posteriormente se incubaron a 35° C por 24 horas las bacterias y 48 horas la levadura, para todas las pruebas se realizaron cuatro repeticiones. Los resultados se evaluaron de acuerdo a la escala de Duraffourd (Cuadro 1), la cual determina el efecto inhibitorio *in vitro* según el diámetro de inhibición (Koneman et al., 1997).

Cuadro 1. Escala de Duraffourd

Clave		Rango
Nula	-	Menor o igual a 8 mm
Sensible	+	9-14 mm
Muy sensible	++	15-19 mm
Sumamente sensible	+++	Mayor o igual a 20 mm

Fuente: Duraffourd *et al.*, 1987; Koneman *et al.*, 1997; Giovanniello, 2008.

2.6 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN MÍNIMA INHIBITORIA (CMI), CONCENTRACIÓN BACTERICIDA MÍNIMA (CBM) Y CONCENTRACIÓN FUNGICIDA (CF)

La eficacia de la actividad antibacteriana y antifúngica de los extractos hidroalcohólicos y aceite esencial se determinó por el método de micro dilución en caldo (Picazo, 2000). Esta última se llevó a cabo a través de la caja de cultivo de 96 pozos; la línea (A) contenía 100 µL de stock, y a partir de la línea B a la H 50µL del mismo, se añadió 10 µL de bacteria o levadura y se colocaron las siguientes concentraciones de los extractos 128, 64, 34, 16, 8, 4 y 2 µL y 20, 15, 10, 8, 6, 4 y 2 µL de aceite esencial. Se sellaron y etiquetaron para posteriormente ser incubadas a 35° C por 24 y 48 horas para bacterias y levaduras respectivamente. Para la obtención de los resultados se incorporaron 50 µL de TTC (Cloruro de tetrazolio).

2.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA

Los datos fueron procesados mediante un ANOVA de clasificación simple y se realizó una prueba de rangos múltiples de Tukey para la comparación de medias (SPSS versión 15.0 para Windows).

3 RESULTADOS

3.1 RENDIMIENTO DE LOS EXTRACTOS

Se obtuvo un rendimiento del 10% para tallo y 12% para hoja seca y flor fresca para los extractos hidroalcohólicos. En el caso del extracto de Diclorometano- metanol (DMeOH) el rendimiento fue del 6.4% y del 0.125 % para el aceite esencial.

3.2 EVALUACIÓN DE EFECTO INHIBITORIO

De los extractos hidroalcohólicos evaluados (Cuadro 2), sólo se observó actividad sensible del extracto del tallo hacia la cepa *S. epidermidis* ATCC 12228 y *S. aureus* ATCC 29213 de acuerdo a la escala de Durafford (Giovanniello, 2008).

Cuadro 2. Efecto inhibitorio de los extractos realizados (control cloranfenicol para las bacterias y nistatina para la levadura).

CEPA	Tallo (125 mg)	Hoja (150 mg)	Flor (150 mg)	Control (25 µg)
<i>S. aureus</i> ATCC 29213	13 ± 1.41	11.25 ± 0.5	12 ± 0	21 ± 1.15
<i>S. aureus</i> ATCC 12398*	6 ± 0	7.75 ± 0.5	6 ± 0	14.25 ± 1.5
<i>S. epidermidis</i> ATCC 12228	11.75 ± 0.95	8 ± 0	6 ± 0	10 ± 0
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	6 ± 0	7.75 ± 0.5	6 ± 0	6 ± 0
<i>C. albicans</i> ATCC 10231	6.75 ± 2.36	8 ± 0.81	6 ± 0	23. 42± 0.8

Fuente elaboración propia * señala diferencia estadísticamente significativa entre las cepas con una $P \leq 0.5$.

Con respecto al extracto de diclorometano-metanol no se encontró ninguna actividad hacia las cepas analizadas, mientras que el aceite esencial (Cuadro 3) mostró actividad estadísticamente significativa hacia la cepas de *S. aureus* ATCCC 29213* y *C. albicans*, actividad muy sensible y altamente sensible de acuerdo escala Durafford (1986), se requiere de una concentración mínima de 2 mg/mL para alcanzar una inhibición alrededor del 80% y una máxima de 6 mg/mL para tener el máximo de inhibición (Cuadro 4).

Cuadro 3. Efecto inhibitorio de extracto diclorometano- metanol y aceite esencial

CEPA	DMeOH (2 mg)	ACEITE ESENCIAL (10 µL) Zona de inhibición mm	CONTROL (25 µL) Zona de inhibición con control +
<i>S. aureus</i>	6 ± 0a	16.75 ± 1.70b	21 ± 1.15c
ATCCC 29213*			
<i>S. aureus</i>	6 ± 0a	7.5 ± 1.73 ab	14.25 ± 1.5c
ATCC 12398*			
<i>S. epidermidis</i>	6 ± 0a	8.25 ± 0.5bc	10 ± 0 bc
ATCC 12228			
<i>P. aeruginosa</i>	6 ± 0abc	6 ± 0abc	6 ± 0 abc
ATCC 27853			
<i>C. albicans</i>	6 ± 0a	20 ± 0 b	23.42 ± 0.8bc
ATCC 10231**			

Fuente elaboración propia * y las letras (abc) señalan diferencia estadísticamente significativa entre las cepas con una $P \leq 0.5$.

Cuadro 4. Actividad antifúngica de extractos y aceite esencial.

Extractos y aceite esencial	Mínima Inhibitoria		Máxima Inhibitoria	
	Concentración	Inhibición %	Concentración	Inhibición %
	(mg/mL)		(mg/mL)	
Tallo	64	97.92	128	98.97
Hoja	32	86.04	128	100
Flor	32	90.08	64	99.85
Aceite esencial	2	77.9	6	100

Fuente de elaboración propia

3.3 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN MÍNIMA INHIBITORIA (CMI), CONCENTRACIÓN BACTERICIDA MÍNIMA (CBM) Y CONCENTRACIÓN FUNGICIDA (CF)

Ya que se encontró actividad (sensible) en los extractos hidroalcohólicos hacia *S. aureus* ATCC29213 y *S. epidermidis* ATCC 12228. Se compararon los resultados con otros estudios reportados en la literatura para extractos hidroalcohólicos (metanólicos y etanólicos) (8:2) de la parte aérea (Motamedi *et al.*, 2015), se observó que para el caso

de *S. epidermidis* la CMI y la CBM encontrados en esta investigación son inferiores a los reportados por los autores, lo cual señala una mayor sensibilidad de las cepas hacia los extractos (hoja) y aceite esencial (Cuadro 5).

Cuadro 5. Comparación de la actividad antimicrobiana de extractos hidoalcoholicos de *T. erecta* y del aceite esencial hacia *S. epidermidis*.

Extracto* Etanólico	Extracto* Metanólico	Aceite esencial	Tallo	Hoja	Flor
CMI 10 mg/mL	CMI 10 mg/mL	CMI 2 mg/mL	CMI >64 mg/mL <128 mg/mL	CMI 8 mg/mL	CMI 32 mg/mL
CBM 40mg/mL L	CBM 80mg/mL	CBM 4mg/mL	CBM 128	CBM 16mg/mL	CBM 64mg/mL

*Información reportada por Motamedi *et al.* (2015).

4 DISCUSIÓN

Diferentes autores han encontrado actividad antibacteriana y antifúngica de *T. erecta* (Cuadro. 6) en extractos de éter de petróleo, cloroformo, acetato de etilo, hidroalcohólico (metanólico y etanólico) de hoja, raíz, tallo y flor (Chakraborty, 2009; Das & Mishra, 2010; Dasgupta *et al.*, 2012; Gopi *et al.*, 2012; Gupta & Vasudeva, 2010; Jain *et al.*, 2012; Motamedi *et al.*, 2015; Salehi *et al.*, 2018; Shetty *et al.*, 2015; Singh *et al.*, 2020; Verma & Verma, 2012), en el caso de *C. albicans* es reciente el reporte de la actividad de los aceites esenciales de *T. erecta* de tallo, flor y raíz con un CMI DE 0.08, 0.04 y 0.16 $\mu\text{L mL}^{-1}$ (Safar *et al.*, 2020), se observa que es la flor la que tiene la mayor actividad. En nuestro estudio no se fraccionó el material, toda la parte área (tallo, hoja y flor) mostró actividad, aunque el rendimiento obtenido del aceite esencial fue muy bajo (0.125 % del total).

Adicionalmente de *T. erecta* se han reportado las actividades antioxidante, antiinflamatoria, insecticida, hepatoprotectora, cicatrizante, analgésica, larvicida, anticancerígena entre otras (Salehi *et al.*, 2018). Las cuales se asocian a la presencia y actividad antioxidante de los flavonoides, carotenoides como la luteína (Kazibwe *et al.*, 2017), alcaloides (Das & Mishra, 2010) y terpenos (Salehi *et al.*, 2018) como los alfa y beta pinenos. Se ha propuesto como mecanismo de acción hacia las bacterias y *C. albicans* la existencia de compuestos lipofílicos que interfieren con el biofilm en el caso de las bacterias y la membrana citoplasmática en las levaduras (Salehi *et al.*, 2018).

Como se pudo observar se ha incrementado sustancialmente la investigación de la especie y el género sobre todo en Asia por su amplio potencial para la industria, es por ello que en la actualidad los estudios se están centrando en la química verde y en mejorar los

procesos de extracción (ultrasonificación en agua) de las moléculas y los aceites, los cuales permitirán que los compuestos puedan ser aplicados sin riesgo a la industrias alimentaria, agrícola y farmacéutica entre otras (Kazibwe et al., 2017). Sin embargo, en México además del uso ritual y médico tradicional, se ha prestado poca atención a esta planta. La cual sigue siendo parte de la atención primaria a la salud (sola o en combinación con fármacos) en zonas con mayor incidencia de padecimientos oculares y dermatológicas, los cuales se asocian a condiciones de vulnerabilidad, menor acceso a sistemas interculturales de salud como sucede en las comunidades Mazahuas del Estado de México (Avendaño et al., 2017; Chavez & Carpio, 2018; Pelcastre- Villafuerte et al., 2020).

Cuadro. 6. Actividad antimicrobiana reportada para *T. erecta*

Especie	Cepa
T. erecta	<i>Escherichia coli</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>C. albicans</i> , and <i>S. cerevisiae</i> .
	<i>Alcaligenes faecalis</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Campylobacter coli</i> , <i>E. Coli</i> , <i>K. pneumoniae</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Streptococcus mutans</i> , <i>Streptococcus pyogenes</i>
	<i>B. cereus</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Staphylococcus albus</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Corynebacterim rubrum</i> , <i>E. coli</i> , <i>Pseudomonas Pseudoalcaligenes</i> , <i>Pseudomonas testosterone</i> , <i>Proteus morgani</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>K. pneumoniae</i> , <i>Proteus microbilis</i> , <i>C. albicans</i> , <i>Cryptococcus neoformans</i> , <i>Candida glabrata</i> , and <i>Candida apicola</i>
	<i>E. coli</i>
	<i>C. albicans</i>
T.erecta y T. patula	<i>E. coli</i> , <i>P. vulgaris</i> , <i>P. mirabulis</i> , <i>Aeromonas sobria</i> , <i>Aromonas hydrophila</i> , <i>Pleseiomonas shigelloides</i> , <i>Salmonella entérica se. typhi</i> , <i>Salmonella entérica ser, typhimurium</i> , <i>Salmonella entérica ser. Aboni</i> , <i>Salmonella entérica ser enteritidis</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>B. cereus</i> , <i>Bacillus circulaus</i> , y <i>S. aureus</i> .

Fuente Salehi et al. (2018).

5 CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio validan el empleo tradicional del cempaxochitl en el tratamiento de enfermedades infecciosas de los ojos en la zona Mazahua, del Estado de México asociadas a las cepas de *S. aureus*, *S. epidermidis* y *C. albicans*. Sin embargo, también señalan la falta de investigación e innovación en México para la especie, reconocemos la necesidad de continuar con investigaciones sobre su variabilidad,

producción, actividades biológicas y procesos de extracción, lo cual permitirá su aprovechamiento en la industria alimentaria, agrícola, textil y en el desarrollo alternativo de una amplia diversidad de medicamentos.

6 AGRADECIMIENTOS

A los productores Eulelia Sánchez García y Marcos Marcelo Antonio por la ayuda en la recolección del material biológico, a las Doctoras Margarita Canales y Lesslie Espinosa de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM por su valioso apoyo en la metodología, a la licenciada Anabel Moreno López técnica laboratorista del Laboratorio de investigación de Salud Intercultural y a la Universidad Intercultural del Estado de México por proporcionar las instalaciones, equipos e insumos para la investigación.

REFERENCIAS

Avenidaño, A. Castellanos, F. J., Colín, C.F. (2017). Diálogo, Interculturalidad y Salud. Universidad Intercultural del Estado de México. 1ª Edición. México, México.

Chakraborty, G. S. (2009). Antibacterial and antifungal studies of *Tagetes erecta* leaf extracts. Journal of Pure and Applied Microbiology. 3(1), 227-230.

Chavez, O., Carpio, C. A. (2018). El reconocimiento del sistema indígena de Salud, Implicaciones de la cobertura de Salud Gubernamental en México. Rev Latinoamericana de Bioética.18(2), 195-209.

Cruz-Ramírez, L., Valdez-Morales, M., Chacón-López, M. A., Rosas-Cárdenas, F de F., Cruz-Hernández, A. (2006). Mexican Crops of Agricultural Importance. Advances in Agricultural and Food Biotechnology. 35-53.

Das, B., Mishra, P. C. (2010) Antibacterial analysis of crude extracts from the leaves of *Tagetes erecta* and *Cannabis sativa*. Int J Env Sci. 2(3),1605-9.

Dasgupta, N., Ranjan,S., Saha, P., Jain, R., Malhotra, S., Saleh, A.M. (2012) Antibacterial Activity of Leaf Extract of Mexican Marigold (*Tagetes erecta*) against different Gram Positive and Gram Negative Bacterial Strains. Journal of Pharmacy Research. 5(8), 4201-4203.

Dominguez, X. A. (1973). Métodos de investigación fitoquímica. Limusa. 1ª Edición. México.

Duraffourd, C., Dhervocourt, L, Lapraz J. C. 1986. Cuadernos de Fitoterapia Clínica. 1ª edición. Barcelona, España: Edit. Masson S.A.

Giovanniello, O. (2008). Koneman, Diagnóstico microbiológico: Texto y Atlas en color (6a. ed.). Buenos Aires. Medica Panamericana.

Gómez, A. (2015). Catálogo de plantas medicinales y otros usos en la Sierra Otomí- Tepehua, Hidalgo. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 1ª Edición. México.

Gopi, G., Elumalai A., Jayasri, P. (2012). A concise review on *Tagetes erecta*. International Journal of Phytopharmacy Research. 3(1),16-19.

Gupta, P., Vasudeva, N. (2010). In vitro antiplasmodial and anti- microbial potential of *Tagetes erecta* roots. Pharm Biol.48(11),1218-23.

Jain, R., Katare, N., Kumar, V., Samanta, A.K., Goswami, S., Shrotri, C.K. (2012). In vitro anti-bacterial potential of different extracts of *Tagetes erecta* and *Tagetes patula*. *Journal of Natural Science Research*. 2(5), 84–90.

Kaplan, L. (1960). Historical and Ethnobotanical Aspects of Domestication in *Tagetes*. *Economic Botany*. 14(3), 200-202.

Kazibwe, Z., Kim, D. H., Chun, S., Gopal, J. (2017). Ultrasonication assisted ultrafast extraction of *Tagetes erecta* in water: cannonading antimicrobial, antioxidant components. *Journal of Molecular Liquids*. 229, 453-458. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2016.12.044>.

Kasperska, I. (2020). Una reescritura Polaca de la Historia General de las cosas de la Nueva España de Fray Bernardino de Sahagún. *Estudios Románicos*. 29, 237-252. DOI <https://doi.org/10.6018/ER425651>.

Koneman, E., Allen, S., Jonda, W., Schreckenberger, P., Winn, W. (1999). Diagnóstico microbiológico. Texto y Atlas a Color. Buenos Aires, Argentina. Editorial Panamericana.

Motamedi, H., Seyednejad, S., Bakhtiari, A., Vafei, M. (2015). *Tagetes erecta* a Potencial Medicinal Plant for Discovering a New Antibacterial Agent. *Jentashapir Journal of Health Research*. 6(4): e29744. DOI: 10.17795/JJHR-29744.

Neher, R. T. (1968). The Ethnobotany of *Tagetes*. *Economic Botany*. 22(4), 317-325.

Pelcastre-Villafuerte, B.E., Meneses-Navarro, S., Sánchez-Domínguez, M., Meléndez-Navarro, D., Freyermuth-Enciso, G. (2020). Condiciones de salud y uso de servicios en pueblos indígenas de México. *Salud Publica Mex*, 62, 810-819. <https://doi.org/10.21149/11861>

Pérez-Ortega, J., Angeles-López, G. E., Argueta-Villamar, González-Trujano, A (2017). Preclinical evidence of the anxiolytic and sedative-like activities of *Tagetes erecta* L. reinforces its ethnobotanical approach. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 93,383-390, <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.06.064>.

Picazo, J. (2000). Procedimientos en Microbiología Clínica. *Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*. 4(5), 18- 20.

Safar, A. A., Ghafoor, A. O., Dastan, D. (2020). Screening of Chemical Characterization, Antifungal and Cytotoxic Activities of Essential Oil Constituents of *Tagetes erecta* L. from Erbil, Kurdistan Region-Iraq. *Polish Journal of Environmental Studies*. 29(3), 2317-2326. <https://doi.org/10.15244/pjoes/110612>

Salehi, B., Valussi, M., Bezerra, M F., Pereira, J N., Alves, A L., Melo, H D., Vitalini, S., Kręgiel, D., Antolak, H., Sharifi-Rad, M., Cirone, S., Yousaf, Z., Martorell, M., Iriti, M., Carradori, S., Sharifi-Rad, J. (2018). *Tagetes* ssp. Essential Oils and other Extract: Chemical Caracterization and Biological Activity. *Molecules*. 23(11), 2847; <https://doi.org/10.3390/molecules23112847>

Serrato- Cruz, M. A., Grimaldo-Juárez O., González- Hernández V. A. (1998). Análisis del Crecimiento y Evolución bajo domesticación en dos especies de Cempoalxóchitl (*Tagetes erecta* y *Tagetes patula*). *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 4(2): 75-82

Shetty, L.J., Sark, F.M., Al-Obaidy, K., Patel, M.J., Shareef, H. (2015). A brief review on medicinal plant *Tagetes erecta* Linn. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 5, 091-095. DOI: 10.7324/JAP5.2015.510.S16

Singh Y, Gupta A, Kannoja P (2020). *Tagetes erecta* (Marigold) - A review on its phytochemical and medicinal properties. *Current Medical and Drug Research*. 4 (1), Article ID 201.

Verma, P., Verma, A. 2012. Evaluation of antibacterial activity of different parts of *Tagetes erecta*. *International Journal of Pharmacy & Life Sciences*. (3). 1766-1768.

CAPÍTULO 14

UTILIZAÇÃO DE VITAMINA E SOBRE A COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E ESTABILIDADE OXIDATIVA DE CORTES CÁRNEOS DE FRANGOS DE CORTE

Data de submissão: 28/02/2021

Data de aceite: 25/03/2021

Édina de Fátima Aguiar

Docente na
Universidade José do Rosário Vellano
Departamento de Agronomia/UNIFENAS
Alfenas – MG
<http://lattes.cnpq.br/8153983015392223>

Ricardo Sousa Santos

Aluno na
Universidade Estadual Júlio de Mesquita
Filho, Departamento de Zootecnia/UNESP
Botucatu - SP
<http://lattes.cnpq.br/6329052898274050>

Carolina Toledo Santos

Docente na Faculdade Eduvale de Avaré
Departamento de Zootecnia; Avaré - SP
<http://lattes.cnpq.br/2629165748762238>

Marina Gabriela Berchiol da Silva

Docente na Faculdade Eduvale de Avaré
Departamento de Zootecnia
Avaré - SP
<http://lattes.cnpq.br/3266888433031588>

Erothildes Silva Rohrer Martins

Aluna de Pós-graduação na
Universidade José do Rosário Vellano
Departamento de Agronomia/UNIFENAS
Alfenas - MG
<http://lattes.cnpq.br/7443193286115244>

Andre Gomes Faria

Aluno de Pós-graduação na
Universidade José do Rosário Vellano
Departamento de Agronomia/UNIFENAS
Alfenas - MG
<http://lattes.cnpq.br/4758131492535829>

Talitha Kássia Alves dos Santos Dessimoni

Aluna de Pós-graduação na Universidade
José do Rosário Vellano
Departamento de Agronomia/UNIFENAS
Alfenas - MG
<http://lattes.cnpq.br/8531845491568650>

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da vitamina E sobre a composição química e a estabilidade oxidativa da carne de frangos de corte. O experimento foi conduzido em galpão experimental, utilizando-se 720 pintos de um dia, machos, da linhagem Cobb® 500, por 42 dias. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições de 30 aves cada. Os tratamentos foram: T1- controle dieta basal (níveis recomendados de vitamina e), T2- dieta basal + suplementação de 100UI de vitamina E/kg de ração, T3- dieta basal + suplementação de 150UI de vitamina E/kg de ração e T4- dieta basal + suplementação de 200UI de vitamina E/kg de ração. Aos 42 dias de idade, 20 aves por tratamento foram

eutanasiadas em abatedouro experimental e as coxas/sobrecoxas foram desossadas e acondicionadas em sacos plásticos para realização das análises de composição química. Para as análises do TBRAS, foram coletadas as coxas/sobrecoxas de 20 aves/tratamento, que posteriormente foram divididos em 3 partes, embaladas e congeladas a -20°C, para a realização das análises em 3 períodos 30, 60 e 90 dias. Não houve diferença na composição química e nas análises de TBRAS da carne de coxa/sobrecoxa dos frangos submetidos aos tratamentos. Conclui-se que os níveis de vitamina E não influenciou a composição centesimal e o TBRAS da carne de frangos de corte.

PALAVRAS-CHAVE: Aves. Dieta. Micronutriente. Proteína animal.

USE OF VITAMIN E ON THE CENTESIMAL COMPOSITION AND OXIDATIVE STABILITY OF CUTTING CUTS IN CHICKENS

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the influence of vitamin e on the chemical composition and oxidative stability of meat from broiler chickens. The experiment was conducted in an experimental shed; using 720 one-day-old male Cobb®500 broilers were housed, for 42 days. The experimental design was completely randomized, with four treatments and six replicates of 30 birds each. The treatments were: T1- control basal diet (recommended levels of vitamin e), T2- basal diet + supplementation of 100UI vitamin E/kg of feed, T3- basal diet + supplementation of 150UI of vitamin E/kg of diet and T4 - basal diet + supplementation of 200UI of vitamin E/kg of diet. At 42 days of age, 20 birds for treatment were euthanized at the experimental processing plant and the thighs/on-thighs boneless and conditioned in plastic bags to carry out chemical composition analyzes. As the TBRAS analyzes were collected the thigh/on-thighs 20 birds/treatment which subsequently divided in 3 parts, packed and frozen at -20°C, conducting analyses for 3 periods 30, 60 and 90 days. There was no difference in chemical composition and the TBARS the thing/on-thigh meat of the chickens submitted to the treatments. It concludes that vitamin levels E did not influence the chemical composition and the TBRAS of the meat chicken.

KEYWORDS: Chickens. Diet. Micronutriente. Animal protein.

1 INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira tem alcançado nos últimos tempos, um patamar superior no mercado interno e externo, graças a eficiente produção e baixo custo econômico. Além disso, o setor avícola se destaca pela melhoria das atividades zootécnicas, que, juntamente com os avanços tecnológicos tem atingido níveis altos de rendimento, tornando com isso o Brasil um grande produtor e exportador de carne de frangos de corte. Para sustentar o desenvolvimento de toda a cadeia produtiva avícola no mercado mundial de carnes têm-se inúmeros fatores, que possibilitam a obtenção de bons índices zootécnicos, dentre estes fatores, podemos destacar nutrição, manejo, genética, sanidade, bem-estar. A inter-

relação entre estes fatores permite chegar a um elevado desempenho e crescimento animal, com excelentes resultados econômicos.

É importante mencionar quando falamos em qualidade de alimento, a preocupação dos consumidores que estão cada vez mais exigindo qualidade e inocuidade dos produtos alimentícios que adquirem, buscando informações a respeito de novos produtos, de que maneira são tratados os animais para o abate e como são alimentados, entre outros pontos relevantes (FRANCISCO et al., 2007).

Com o aumento da competitividade por mercados e a preocupação do consumidor com a qualidade do produto consumido, os processadores de carne buscam constantemente alternativas para produção de produtos mais saudáveis. Nos últimos anos, observa-se que a aplicação de antioxidantes naturais tem mostrado efeito positivo, buscando adaptar e desenvolver novos conceitos que visem melhorar a qualidade da carne, não se restringindo apenas nos produtos finais, sendo que uma diversidade de antioxidantes naturais tem sido estudada para tal fim (ZHANG et al., 2013).

Um dos maiores problemas na comercialização de produtos cárneos tem sido a rancidez oxidativa, tornando o produto inaceitável do ponto de vista sensorial pelos consumidores. A carne de frangos é mais suscetível à oxidação lipídica, pois possui maior proporção de ácidos graxos poli-insaturados na sua composição, originando radicais livres, formando óxidos de colesterol, alterando a composição de ácidos graxos e a produção de compostos voláteis. Estes promovem alterações sensoriais, ocasionando redução do valor nutricional e formação de compostos tóxicos durante o processamento e armazenamento (MELO; GUERRA, 2002; KARPINSKA; BOROWSKI; DANOWSKA-OZIEWICZ, 2001).

Dessa forma, busca-se a utilização de antioxidantes para retardar a oxidação de alimentos durante o processamento e estocagem, aumentando a vida útil desses produtos (CASTRO, 2008). Assim a utilização de vitamina E, pode ser uma alternativa para o controle deste problema e outros relacionados com a garantia da qualidade da carne de aves após longos períodos de armazenamento, e ainda sobre as características sensoriais e químicas da carne.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar diferentes níveis de vitamina E sobre a composição química e estabilidade oxidativa da carne de frangos de corte.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos utilizados no presente experimento foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (Processo nº 100/2015-CEUA) da Faculdade

de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (UNESP) – Campus de Botucatu.

O experimento foi realizado nas instalações experimentais da FMVZ/UNESP/Botucatu, em que utilizou-se 720 pintos de um dia de idade, machos, da linhagem Cobb®, vacinados no incubatório contra as doenças de Marek e Gumboro. As aves foram criadas em densidade de 12 aves/m² e alojadas em galpão experimental de alvenaria, coberto com telhas de barro, apresentando 40m de comprimento e 8m de largura e um pé-direito de 3,5 m, divididos em 48 boxes. Para o experimento foram usados 24 boxes, sendo que cada um foi equipado com uma campânula elétrica, comedouro tubular semiautomático e bebedouro tipo pendular. Na fase inicial foram utilizados comedouros tubulares infantis, os quais foram substituídos até o final da segunda semana de criação. O aquecimento inicial dos pintinhos foi realizado por campânulas elétricas providas de lâmpadas infravermelhas de 250 w, presentes em cada box. O fornecimento de água e de ração foi *ad libitum*. O programa de luminosidade foi: iluminação de 24 horas durante os 3 primeiros dias e 20 horas para o restante do período de criação. As aves foram inicialmente mantidas à 32°C e a temperatura foi gradualmente reduzida 3°C por semana até atingir a temperatura final de 21°C no final da quarta semana. O material utilizado na cama foi maravalha de eucalipto nova com aproximadamente 12 cm de espessura.

As rações experimentais foram produzidas na Fábrica de Rações Experimentais da FMVZ/UNESP. O arraçoamento foi dividido em quatro fases: pré-inicial (1-7 dias), inicial: (8-21 dias), crescimento (22-35 dias) e final (36-42 dias), sendo que as rações foram isoprotéicas e isocalóricas, seguindo as recomendações das Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al., 2011). As composições percentuais e calculadas encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição percentual e calculada das rações basais utilizadas em cada fase experimental.

Ingredientes	Pré Inicial	Inicial	Crescimento	Final
Milho	53,527	56,544	59,270	63,422
Farelo de soja	39,453	36,165	32,658	29,090
Fosfato Bicálcico	1,888	1,359	1,345	1,000
Calcário calcítico	0,920	1,080	0,900	0,884
Óleo de Soja	2,625	3,376	4,365	4,284
Sal iodado	0,508	0,491	0,473	0,456
Supl. Vit ¹	0,100	0,100	0,100	0,100
Supl. Mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050
DL-Metionina	0,356	0,308	0,288	0,251
L-Lisina	0,264	0,243	0,277	0,250
Treonina	0,099	0,074	0,064	0,063

Ingredientes	Pré Inicial	Inicial	Crescimento	Final
Cloreto de colina	0,060	0,060	0,060	0,050
Inerte	0,100	0,100	0,100	0,100
Anticoccidiano ³	0,050	0,050	0,050	-
Total	100,000	100,000	100,000	100,000
<i>Composição Calculada</i>				
EM Kcal/Kg ⁴	2960	3050	3150	3200
Proteína (%)	22,40	21,20	19,80	18,40
Cálcio (%)	0,920	0,841	0,758	0,663
Fósforo Disponível (%)	0,470	0,401	0,354	0,309
Sódio (%)	0,220	0,210	0,200	0,195
<i>Aminoácido Digestível</i>				
Lisina (%)	1,324	1,217	1,131	1,060
Metionina (%)	0,516	0,475	0,452	0,424
Metionina + Cistina (%)	0,953	0,876	0,826	0,774
Triptofano (%)	0,225	0,207	0,204	0,191
Treonina (%)	0,861	0,791	0,735	0,689
Arginina (%)	1,430	1,375	1,221	1,145

1- Suplemento vitamínico (Supl.Vit) MC-MIX Frangos Mcassab® controle, fases pré-inicial, inicial, crescimento e final, respectivamente, níveis de garantia/kg de ração: vit. A (11.000, 11.000, 9.000 e 6.000 UI); vit. D3(2.000, 2.000, 1.600 e 1.000 UI); vit. E (16, 16, 14 e 10 mg); vit. K3 (1,5; 1,5; 1,5 e 1.0 mg); Vit. B1 (1,2, 1,2, 1,0 e 0,6 mg); vit. B2 (4,5; 4,5; 4,0 e 2,0 mg); vit. B6 (2,0; 2,0; 1,8 e 0,8 mg); vit. B12 (16, 16, 12 e 6 mcg); ácido fólico (0,4, 0,4, 0,3 e 0 mg); ácido pantotênico (9,2; 9,2; 8,28 e 7,36 mg); biotina (0,06; 0,06; 0,05 e 0,03 mg); niacina (35, 35, 30 e 10 mg); selênio (0,25; 0,25; 0,20 e 0,40 mg). 2- Suplemento mineral (Supl. mineral) MC-MIX mineral aves Mcassab® controle, níveis de garantia/kg de ração: Cu (9 mg); I (2 mg); Fe (30 mg); Mn (60 mg) Zn (60 mg) 3- Anticoccidiano Aviax® Premix 5% para a fase pré-inicial, inicial e crescimento, na quantidade de 0,5kg/t de ração. 4- EM- Energia Metabolizável (Kcal/Kg).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições de 30 aves em cada unidade experimental. Os tratamentos foram: T1- controle dieta basal (níveis recomendados de vitamina E – 25 UI/Kg de ração), T2- suplementação de 100UI de vitamina E/kg de ração, T3- suplementação de 150UI de vitamina E/kg de ração e T4- suplementação de 200UI de vitamina E/kg de ração.

Aos 42 dias de idade, um total 20 aves por tratamento, foram transportadas até o abatedouro experimental da FMVZ/UNESP, onde foram pesadas individualmente e posteriormente abatidas. As aves receberam jejum alimentar de 6 horas, foram eutanasiadas por corte da artéria carótida e veia jugular após atordoamento por eletronarcose, a seguir foram escaldadas, depenadas e evisceradas, para coleta de material para as análises.

Para avaliação da composição química da carne foram coletadas a coxa/sobrecoxa desossada (20 amostras por tratamento) *in natura*, as quais foram congeladas a -20°C para posterior realização das análises. Antes de iniciar as análises, a carne

foi descongelada, e em seguida moída em triturador até a obtenção de uma massa homogênea. Para avaliar a umidade e o resíduo mineral, foram utilizados cadinhos de porcelana vazios e identificados, em que foram colocados na mufla a 550°C e deixados por 15 minutos para secagem. Em seguida foram retirados e colocados em dessecador por 1 hora para atingir a temperatura ambiente. Logo, foram pesados, os cadinhos vazios em balança semi-analítica e identificados. Seguindo o protocolo, adicionou-se 1 g de amostra e em colocados na estufa à 105°C por 24 horas. Passado este tempo, foram retirados, colocados em dessecador e pesados. Para as análises de resíduo mineral, os mesmos cadinhos após a pesagem da umidade foram colocados em mufla a 600°C, permanecendo por 4 horas até as cinzas ficarem claras, seguindo o método de (Silva,1998). O teor de proteína foi determinado pelo método de Kjeldahl, o qual foi quantificado o nitrogênio total da amostra. Foi pesado 0,1g da amostra, em seguida adicionado uma mistura digestora e juntamente 6 ml de ácido sulfúrico, por fim colocado no bloco digestor, até atingir a temperatura de 300°C, ficando as amostras transparentes. No dia seguinte, procedeu-se a destilação e titulação das amostras. A destilação foi realizada colocando 25 ml de NaOH 50%, e ainda adicionando em outro recipiente 10 ml de solução receptora. A titulação foi feita utilizando ácido sulfúrico padronizado, ocorrendo, portanto, a mudança na cor da amostra. No cálculo de conversão de nitrogênio em proteínas foi utilizado o fator 6,25 (Silva, 1998). O percentual de lipídios foi determinado pesando-se 1 g de amostra moída, no qual foram acondicionadas em cartuchos de papel filtro, fechando-os e levando-os para estufa 105°C por 24 horas. Logo após foram retirados e colocados em dessecador por 30 minutos, e assim procedeu-se a pesagem. Em seguida foram levados, depois de secos em estufa, para o aparelho do tipo Soxhlet, no qual permaneceram por 12 horas. Logo após foram retirados e colocados mais uma vez em estufa 105°C por 24 horas e pesados novamente (Silva, 1998).

Para as análises de TBARS da sobrecoxa, 20 amostras de cada tratamento foram desossadas, identificadas e posteriormente divididas em três partes, embaladas, e congeladas a -20°C passando por três períodos de armazenamento 30, 60 e 90 dias. A avaliação da TBARS (*Thiobarbituric Acid Reactive Substances*) realizada na carne da sobrecoxa foi em duplicata para cada amostra conforme a técnica modificada de Madsen et al., (1998). Foram homogeneizados durante um minuto utilizando-se um misturador Ultra-Turrax, 10,0g de amostra de carne adicionadas de 50,0mL de solução de ácido tricloroacético (7,5% de TCA, 0,1% de EDTA e 0,1% de propilgalato). Em seguida, esta mistura foi filtrada e uma alíquota de 5,0 mL foi misturada com 5,0mL de solução de TBA (0,020mol/l) e colocada em banho-maria (100°C) por 10 minutos. A absorvância das amostras forma medidas a 532nm utilizando-se espectrofotômetro. O resultado do

TBARS foi avaliado em duplicata e expresso em miligrama de malonaldeído (MDA) por quilograma de carne utilizando-se como base uma curva padrão (concentração entre 0,1nmol/l e 6nmol/l) feita com 1,1,3,3 tetraetoxipropano (TEP).

Os resultados obtidos no experimento foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com auxílio do procedimento General Linear Model (GLM) do programa estatístico SAS (2002) ao nível de significância de 5%, e quando significativo, as médias entre os tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para a análise dos níveis de vitamina E, quando significativo, foi aplicado o teste de regressão pelo procedimento PROC REG do programa estatístico SAS (SAS Institute Inc., 2002).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram encontrados valores significativamente diferentes ($p > 0,05$) para composição química da carne de coxa/sobrecoxa dos frangos submetidos aos tratamentos experimentais (Tabela 2). Os valores de umidade encontrados no presente estudo foram semelhantes aos observados por Novello et al., (2008) quando realizaram análise bromatológica na carne de coxa/sobrecoxa de frango de corte. Enquanto que para as análises de proteína e cinzas, os resultados foram inferiores ao do presente trabalho.

Os valores de proteína encontrado neste estudo foi em torno de 22,93%, valor este considerado próximo ao relatado na tabela USDA (1999) para carne de coxa de frango crua. De forma semelhante Alvarado (2004), encontrou os teores de proteína entre 20,1 a 22,8%, valores bem próximos ao presente estudo. É importante salientar que as carnes são constituídas geralmente, por 60% a 80% de água e 15% a 25% de proteína, sendo o restante formado, principalmente, por gorduras, sais, pigmentos e vitaminas.

Com relação à tabela de composição de alimentos da USDA (1999), para a carne da coxa crua foi relatado um valor de 4,31g/100g de lipídios, demonstrando resultados em média superiores aos encontrados neste experimento. Isso pode ser justificado porque os cortes de frangos foram retirados restos de gorduras, além de ter sido processada durante as análises sem pele.

Os lipídios encontrados na carne de frango são constituídos por ésteres de glicerol com ácidos graxos onde predominam os triglicerídeos, podendo apresentar pequenas quantidades de monoglicerídeos, diglicerídeos e ácidos graxos livres (COBOS et al.,1994). Devido a presença de radicais livres é que se evidenciam a utilização de antioxidantes, pois retardam os processos oxidativos, permitindo o consumo dos lipídios ou dos alimentos que os contêm, mesmo após seu armazenamento por muitos meses.

Com relação ao teor de cinzas, os dados publicados pela Tabela Brasileira de Composição de alimentos - TACO (2011), também apresentaram níveis elevados em

relação ao deste estudo. Por outro lado, Torres et al., (2000), realizaram análises da composição centesimal de cortes de carne de frangos, que foram coletados na cidade de São Paulo e obtiveram valores de cinzas inferiores ao trabalho em questão. Com relação aos resultados da umidade, o mesmo autor encontrou valores bem semelhantes ao estudo.

De acordo com Faria et al., (2009) a idade de abate, as linhagens e o sexo afetam a composição química das amostras de carne em cortes de peito e coxa de frango.

Tabela 2- Composição centesimal da coxa/sobrecoxa de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de suplementação de vitamina E aos 42 dias de idade.

Variáveis	Tratamentos				Médias	CV (%)	P-value
	Níveis de Vitamina E/UI/Kg de dieta						
	25	100	150	200			
Umidade (%)	74,35	74,56	74,51	75,15	74,64	1,85	0,675
Cinzas (%)	1,18	1,20	1,17	1,14	7,92	1,17	0,590
Proteína (%)	22,70	22,90	23,31	22,82	1,66	7,27	0,890
Ext. Etéreo ² (%)	1,68	1,61	1,57	1,55	1,50	4,16	0,335

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey. CV: coeficiente de variação, 2: Ext. Etéreo: Extrato Etéreo.

O índice de oxidação lipídica ($p > 0,05$) TBARS (mg de malonaldeído/kg da amostra) não diferiu entre os tratamentos (Tabela 3). Esse resultado não era esperado uma vez que a vitamina E evita danos causados pela peroxidação fosfolipídica (Combs, 1981; McDowell, 1992). Semelhantes aos resultados obtidos na pesquisa, Pompeu (2014) não obteve efeito significativo para a estabilidade oxidativa de frangos de corte aos 39 dias de idade.

Resultados contrários foram encontrados por Souza et al. (2006), pois ao avaliarem a carne de pernas de frangos de corte, verificaram diferença entre os valores de TBARS, já no início do armazenamento (carne fresca). Após 5 dias sob refrigeração e 30 dias sob congelamento, observaram que independentemente das condições de armazenamento o uso da vitamina E contribuiu significativamente para diminuir a oxidação da carne.

Os resultados deste experimento foram contrários aos encontrados por Faustman et al. (1989) que observaram redução significativa ($p < 0,05$) para a oxidação com a suplementação de vitamina E durante alguns meses de armazenamento. Bartov et al. (1997) observaram o efeito protetor da vitamina E sobre a estabilidade oxidativa da carne de frango, por meio da avaliação dos valores de TBARS e Yasin et al. (2012) demonstraram que a carne de frangos que foram alimentados com dietas suplementadas contendo vitamina E exibiram maior estabilidade oxidativa.

Tabela 3- Valores médios de TBARS (mg de malonaldeído/kg da amostra) para carne de coxa/sobrecoxa de frango de corte aos 42 dias de idade suplementados com diferentes níveis de suplementação de vitamina E na dieta.

Tempo de Armazenamento	Tratamentos				Médias	CV (%)	P-value
	Níveis de Vitamina E/UL/Kg de dieta						
	25	100	150	200			
30	1,16	1,34	1,26	1,23	1,25	35,76	0,113
60	1,68	1,71	1,54	1,60	1,63	63,61	0,419
90	1,42	1,35	1,30	1,38	1,36	30,60	0,131

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey. CV: coeficiente de variação.

4 CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo indicaram que as diferentes suplementações de vitamina E na dieta para frangos de corte não interferiu na composição química da carne de coxa/sobrecoxa e não afetou a peroxidação lipídica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARADO HUALLANCO, M.B. **Aplicação de um sistema de classificação de carcaças e cortes e efeito pós abate na qualidade de cortes de frango de corte criados no sistema alternativo.** 2004. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiros”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

BARTOV, I.; SKLAN, D.; FRIEDMAN, A. Effect of vitamin A on the oxidative stability of broiler meat during storage: lack of interaction with vitamin E. **British Poultry Science**, v.38, p.255-257, 1997.

CASTRO, W.F. **Avaliação do efeito protetor do colorífico como antioxidante natural na oxidação lipídica em carne de frango.** 2008. 84f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

COBOS, A.; CAMBERO, M.I.; ORDÓÑEZ, J.A. Revisión: Influence de la dieta animal en los ácidos grasos de los lípidos de la carne. **Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos**, v. 34, n. 1, p. 35-51, 1994.

COMBS JR., G.F. Influences of dietary vitamin E and Selenium on the oxidant defense system of the chick. **Poultry Science**, v. 60, p. 2098-2105, 1981.

FARIA, B.P. et al. Composição proximal e qualidade da carne de frangos das linhagens Paraíso Pedrês e Pescoço Pelado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2455-2464, 2009.

FAUSTMAN, C.; CASSENS, R.G.; SCHAEFER, D.M.; BUEGE, D.R.; WILLIAMS, S.N.; SCHELLER, K.K. Improvement of pigment and lipid stability in Holstein steer beef by dietary supplementation with vitamin E. **Journal Food Science**, v.54, p.858-862, 1989.

FRANCISCO, D.C.; NASCIMENTO, V.P.; LOGUERCIO, A.P.; CAMARGO, L. Caracterização do consumidor de carne de frango de Porto Alegre. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 1, p 253-258, 2007.

KARPINSKA, M.; BOROWSKI, J.; DANOWSKA-OZIEWICZ, M. The use of natural antioxidants in ready-to-serve food. **Food Chemistry. Amsterdam**, v.72,p-5-9. 2001.

MADSEN, H. L., SØRENSEN, B., SKIBSTED, L. H., BERTELSEN, G. The antioxidative activity of summer savory (*Satureja hortensis* L.) and rosemary (*Rosmarina officinalis* L.) in dressing stored exposed to light or in darkness. **Food Chemistry**, 63:173–180, 1998.

McDOWELL, L. R. Selenium. In: Minerals in animal and human nutrition. **Academic Press**, p. 294 – 311, 1992.

MELO, E.A.; GUERRA, N.B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.36, n.1, p.1-11, 2002.

NOVELLO, N., OST, P.R., NEUMANN, M., PELEGRINI, L.G.de. Avaliação bromatológica e perfil de ácidos graxos da carne de frangos de corte alimentados com rações contendo farinha de carne e ossos. **Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais- Ambiência**, v.4, n.3, p.355 – 366, 2008.

POMPEU, M.A. **Níveis de vitamina E na dieta para frangos de corte nas fases inicial e de crescimento**. 2014, 102f. Tese. (Doutorado em Produção Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014. 102 p.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.

SAS. 'SAS user's guide: statistics.' (SAS Institute Inc.: Cary, NC), 2002.

SILVA, D.J. 1998. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV. 165p.

SOUZA, P.A.; SOUZA, H.B.A.; PELICANO, E.R.L. *et al.* Efeito da suplementação de vitamina E no desempenho e na qualidade da carne de frangos de corte. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v.101, p.87-94, 2006.

TACO. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. 4ed. revisada e ampliada. Campinas, SP: UNICAMP, 2011. Disponível em http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=ta_co_4_versao_ampliada_e_revisada.pdf. Acesso em 16 de maio de 2017.

TORRES, E.A.F.S.; CAMPOS, N.C.; DUARTE, M.; GARBELOTTI, M.L.; PHILIPPI, S.T.; MINAZZI-RODRIGUES, R.S. Composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.2, p.145-150, 2000.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). *Nutrient Database for Standard Reference*. Release 13, NDB n.10199, 1999.

YASIN, M.; ASGHAR, A.; ANJUM, F.M.; BUTT, M.S.; KHAN, M.I.; ARSHAD, M.S.; SHAHID, M.; EL-GHORAB, A.H.; SHIBAMOTO, T. Oxidative stability enhancement of broiler bird meat with α -lipoic acid and α -tocopherol acetate supplemented feed. **Food Chemistry**, v.131, p.768-773, 2012.

ZHANG, G. G., Z. B. YANG, Y. WANG, AND W. R. YANG. Effects of Astragalus membranaceus root processed to different particle sizes on growth performance, antioxidant status, and serum metabolites of broiler chickens. **Poultry Science**. 92:178-183, 2013.

CAPÍTULO 15

DETERMINACIÓN DE CAMPYLOBACTER TERMORRESISTENTES EN POLLOS PARRILLEROS A NIVEL DE FRIGORÍFICO Y EN GRANJAS AVÍCOLAS¹

Data de submissão: 05/02/2021

Data de aceite: 25/02/2021

Judith Bertone

Dpto. de Patología Animal
Facultad de Agronomía y Veterinaria
Universidad Nacional de Río Cuarto
Río Cuarto, Córdoba, Argentina
jbertone@ayv.unrc.edu.ar

Ana Cabral

Dpto. de Patología Animal
Facultad de Agronomía y Veterinaria
Universidad Nacional de Río Cuarto
Río Cuarto, Córdoba, Argentina

Silvia Romanini

Dpto. de Patología Animal
Facultad de Agronomía y Veterinaria
Universidad Nacional de Río Cuarto
Río Cuarto, Córdoba, Argentina

Analía Chanique

Dpto. de Patología Animal
Facultad de Agronomía y Veterinaria
Universidad Nacional de Río Cuarto
Río Cuarto, Córdoba, Argentina

Matías Caverzán

Dpto. de Patología Animal
Facultad de Agronomía y Veterinaria
Universidad Nacional de Río Cuarto
Río Cuarto, Córdoba, Argentina

Paulo Cortes

Hospital Pediátrico del Niño Jesús
Córdoba, Argentina

Raúl Yaciuk

Dpto. de Patología Animal
Facultad de Agronomía y Veterinaria
Universidad Nacional de Río Cuarto
Río Cuarto, Córdoba, Argentina
ryaciuk@ayv.unrc.edu.ar

RESUMEN: La campilobacteriosis es una enfermedad infecciosa producida por bacterias del género *Campylobacter* termotolerantes, constituyendo una de las zoonosis más importantes a nivel mundial causando gastroenteritis. En Argentina son escasos los estudios de prevalencia de *Campylobacter* en frigoríficos avícolas, los cuales son causantes de diarrea en humanos siendo los pollos parrilleros la mayor fuente de contaminación para las personas. El objetivo fue determinar la presencia de *Campylobacter* termorresistentes en pollos parrilleros en una planta faenadora de Córdoba. Se realizó el muestreo sistemático

¹ Trabajo realizado mediante la financiación otorgada por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Río Cuarto.

de 90 pollos, de 10 granjas, en frigorífico. Se recolectaron los ciegos de 10 animales de cada una de las granjas, hisopados de 5 carcasas y 2 muestras de agua de los tanques de lavado. Las muestras se sembraron en medio de cultivo selectivo para *Campylobacter* (mCCDA), en microaerofilia, las colonias sospechosas fueron identificadas por tinción de Gram, observando la morfología típica de bacilos curvos o espiralados Gram (-) y en fresco el movimiento en tirabuzón. La confirmación y tipificación se realizó por pruebas bioquímicas. El 100% de las muestras de ciego analizadas presentó colonias típicas en mCCDA, caracterizadas fenotípicamente como *Campylobacter*. En la fenotipificación bioquímica el 77% de los *Campylobacter* aislados corresponderían a *C. coli*. Los resultados de los hisopados de carcasa muestran que el 98% de las muestras presentaron colonias típicas en mCCDA y motilidad en fresco. De las muestras de agua de los tanques de lavado y enfriado hubo crecimiento de colonias compatibles con *Campylobacter* en el agua caliente. El agua fría clorinada arrojó resultados negativos. En conclusión, se detecta la presencia de especies de *Campylobacter* termorresistentes en los animales analizados en frigorífico destinados al consumo humano y en el agua de lavado caliente, no así en el agua fría clorinada lo cual demostraría la eficiencia del tratamiento en la reducción de la carga bacteriana.

PALABRAS CLAVE: Pollos parrilleros. *Campylobacter*. Diarrea. Seguridad alimentaria.

DETERMINATION OF THERMOTOLERANT CAMPYLOBACTER IN BROILER CHICKENS AT THE SLAUGHTERHOUSE AND ON POULTRY FARMS

ABSTRACT: Campylobacteriosis is an infectious disease produced by thermotolerant bacteria of the genus *Campylobacter*, constituting one of the most important zoonoses worldwide causing gastroenteritis. In Argentina, there are few studies of the prevalence of *Campylobacter* in poultry farms, which cause diarrhea in humans, with broiler chickens being the major source of contamination for people. The objective was to determine the presence of thermotolerant *Campylobacter* in broiler chickens in a slaughterhouse in Córdoba. A systematic sampling of 90 chickens from 10 farms was carried out. The ceca of 10 animals from each one of the farms, swabs from 5 carcasses and 2 water samples from the washing tanks were collected. The samples were seeded in selective culture medium for *Campylobacter* (mCCDA), in microaerophilia, the suspicious colonies were identified by Gram stain, observing the typical morphology of curved or spiral Gram (-) bacilli and the spiraled movement. Confirmation was carried out by biochemical tests. 100% of the cecum samples analyzed presented typical colonies in mCCDA, phenotypically characterized as *Campylobacter*. In biochemical phenotyping, 77% of the isolated *Campylobacter* would correspond to *C. coli*. The results of the carcass swabs show that 98% of the samples had typical colonies in mCCDA and spiraled motility. From the water samples from the washing and cooling tanks, there was growth of colonies compatible with *Campylobacter* in the hot water. Chlorinated cold water was negative. In conclusion, the presence of thermotolerant *Campylobacter* species was detected in the animals analyzed in the slaughterhouse intended for

human consumption and in the hot washing water, but not in the cold chlorinated water, which would demonstrate the efficiency of the treatment in reducing the load bacterial.

KEYWORDS: Broiler chickens. *Campylobacter*. Diarrhea. Food safety.

1 INTRODUCCIÓN

La campilobacteriosis humana es una enfermedad zoonótica causada principalmente por las especies de *Campylobacter jejuni* y *Campylobacter coli* que se manifiesta principalmente como una gastroenteritis (OIE, 2008). Aunque es poco frecuente, también se puede producir una infección sistémica que cursa con bacteriemia y en ocasiones pueden producirse complicaciones post-infecciosas como el síndrome de Guillain-Barré, el síndrome de Miller-Fisher (HEIKEMA et al., 2013) y la artritis reactiva (HANNU et al., 2002).

El cuadro clínico que producen los *Campylobacter* termófilos en las personas afectadas es difícil de diferenciar de las infecciones gastrointestinales generadas por otros patógenos bacterianos, de allí la importancia de la búsqueda de estos microorganismos mediante diagnóstico microbiológico. Son escasos los trabajos realizados en la Argentina sobre prevalencia de infecciones por estos *Campylobacter* (fundamentalmente *C. jejuni* y *C. coli*) en humanos. Un estudio del año 2010 indica que éste patógeno es el principal agente de infecciones gastrointestinales y que gran cantidad de cepas fueron resistentes a ciprofloxacina (74,2%) y a tetraciclina (36,6%) (FUENTES, 2010).

Por el contrario, en los animales, *C. jejuni* y *C. coli* no causan enfermedad clínica, excepto en casos esporádicos de abortos en rumiantes y casos muy raros de hepatitis en avestruces (OIE, 2008).

Cabe destacar que la carne de pollo, cruda o cocinada insuficientemente, es la fuente más importante de campilobacteriosis para los humanos (SHEPPARD et al., 2009), siendo un destacado factor de riesgo la contaminación cruzada entre la carne de pollo cruda y las manos o utensilios de cocina.

La producción de carne de pollo ha crecido sustancialmente en la Argentina durante los últimos años y alcanzó, en el año 2019, una faena total superior a los 740 millones de cabezas, un 30,8% más que la faena lograda en 2010. (MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA DE LA NACIÓN, 2020).

El territorio de producción avícola se ha extendido alcanzando un desarrollo importante en la zona mediterránea del país. Este crecimiento en la producción de carne aviar ha llevado a emplear tecnologías diferentes según los sitios de producción, desarrollándose una mayor cantidad de sistemas productivos intensivos que junto a la presión de selección genética para la obtención de ejemplares con mayor tasa de crecimiento, generan importante estrés sobre las aves, debilitando su función

inmunológica y afectando negativamente su viabilidad. De esta manera, los animales son más susceptibles a la colonización de su tracto gastrointestinal por patógenos bacterianos zoonóticos, lo cual plantea amenazas para la seguridad alimentaria de la población que ingiera estos productos.

Es sabido que los pollos nacen libres de *Campylobacter* y que este no coloniza el intestino antes de los 14 días de edad (BULL et al., 2006; HANSSON et al., 2007), por lo que la transmisión horizontal es la responsable de la colonización del aparato digestivo de los parrilleros (PÉREZ- et al., 2010; NEWELL et al., 2011).

Los microorganismos del género *Campylobacter* se encuentran en una gran proporción de la población mundial de pollos y forman parte de su microbiota entérica. Por ello, durante la faena de los animales, resulta prácticamente inevitable la contaminación de las carcasas. Estudios realizados en el área productiva del litoral argentino indican que más del 80% de las canales de pollo que se comercializan estarían contaminadas con este patógeno (ZBRUN et al., 2013).

Para reducir los niveles de contaminación de *Campylobacter* en la producción primaria y por consiguiente en la carne de pollo que llegará al consumidor, se hace necesario conocer y manejar muy bien las posibles fuentes de infección en las granjas (aves silvestres, moscas, agua no segura, contacto con otros animales, no cambio de calzado entre galpones, no cambio de la cama, edad de faena, baja calidad de normas de bioseguridad). La evisceración y el contacto con las instalaciones y el agua de escaldado contaminada con *Campylobacter* pueden dar lugar a contaminaciones cruzadas en las canales (CHANTARAPANONT et al., 2004).

Se ha descrito cómo a lo largo de la cadena de faena en el matadero el número de *Campylobacter* en las canales puede disminuir por el agua de escaldado o la refrigeración, aunque estas fases del procesado no son efectivas para eliminar por completo el microorganismo en el producto final que llega hasta el consumidor.

Además, *Campylobacter* puede formar biofilm en medios acuáticos (BUSWELL et al., 1998) y en superficies de plástico de poliestireno, vidrio o acero inoxidable característica que adquieren un papel muy importante en el entorno del procesado de alimentos (GUNTHER, CHEN, 2009).

Este hecho explica la alta prevalencia (75,8%) de canales de pollo contaminadas con *Campylobacter* en la UE en el año 2008, siendo *Campylobacter jejuni* más frecuente que *Campylobacter coli*. En España, durante ese mismo año la prevalencia de canales contaminadas (92,6%) fue mayor que la media de la UE (EFSA, 2010).

En la Argentina, existen pocos estudios sobre la prevalencia de este patógeno en pollos para consumo, lo cual deja en evidencia la fragilidad de los sistemas de seguridad alimentaria.

Hace tiempo ha sido planteada por los distintos organismos internacionales la problemática de Campilobacteriosis, se ha resaltado la gravedad e importancia de su control, por lo cual es necesario que las autoridades responsables de establecer distintas normativas, ejercer el control y el manejo del riesgo epidemiológico de *Campylobacter* se involucren en la problemática actual. En tal sentido, se aprecia la importancia de reforzar los criterios microbiológicos en seguridad alimentaria en nuestro país referentes a *Campylobacter* y establecer un límite crítico de este microorganismo en la canal para ser aplicados en los diferentes momentos del proceso, a fin de que su monitoreo sirva como disparador de acciones correctivas en la industria.

Es poco conocida la inocuidad de la carne ofrecida a los consumidores en la Argentina. No se exige por parte de las autoridades agroalimentarias ni de inocuidad de alimentos, una cuantificación de la presencia y diseminación del patógeno en la cadena alimentaria; desde la granja hasta el consumidor. Es sabido que la Comunidad Europea ya está exigiendo algunos requisitos mínimos en cuanto a la calidad del alimento de carne aviar que importa, teniendo como base las ISO10272-1:2017 que actualmente están vigentes para *Campylobacter* y Salmonella en Europa.

El objetivo del estudio fue determinar la presencia de *Campylobacter* termorresistentes en pollos parrilleros a nivel de planta de faena y en granjas.

Conocer la presencia de *Campylobacter* termorresistentes en plantas faenadoras de pollos parrilleros posibilitará implementar medidas de control que disminuyan el riesgo de infección a la población humana.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó el muestreo sistemático al azar de 90 pollos parrilleros, de 10 granjas, en un frigorífico aviar de la provincia de Córdoba.

Se recolectaron de cada granja: los ciegos de 10 animales, hisopados de 5 carcasas y 2 muestras de 250 cm³ de agua de los tanques de lavado, una del tanque “caliente” y otra del tanque frío clorinado.

Las muestras de ciego se depositaron en bolsas estériles de nylon, debidamente identificadas, las cuales fueron mantenidas refrigeradas a 4°C hasta su procesamiento antes de transcurridas 12 horas desde la obtención. Las muestras de carcasas fueron obtenidas mediante hisopos estériles, mantenidos en tubos de ensayo con 5ml de medio de transporte de Cary Blair y conservados a 4°C según el Manual de Procedimientos de *Campylobacter* (FARACE, 2007).

A nivel de granja se realizó hisopado cloacal de 5 pollos al azar.

Para el diagnóstico en laboratorio las muestras fueron analizadas según se recomienda en las ISO 10272-1:2017 (ISO.org). Los aislamientos se realizaron en medios de cultivo selectivos para *Campylobacter* (mCCDA) en atmósfera de microaerofilia a una temperatura de 41,5°C durante 44h ± 4 h. Las placas se sembraron de manera directa con el ansa y se diseminaron en estría. Tras la incubación, una vez identificadas las colonias sospechosas, se realizó una resiembra en Agar sangre y se incubaron nuevamente en microaerofilia a 41,5°C durante 24–48h. En los cultivos obtenidos se observó en fresco la motilidad y se realizó la identificación morfológica a través de una tinción de Gram utilizando carbolfucsina al 0,8% como colorante de contraste. La confirmación y tipificación se realizó por pruebas bioquímicas (hidrólisis del hipurato, oxidasa y producción de catalasa).

3 RESULTADOS

Se analizaron 75 muestras de ciego. El 100% presentó colonias típicas en mCCDA (Figura 1).

Figura 1. Crecimiento de colonias de *Campylobacter* en medio mCCDA.



A la motilidad en fresco en el 96% de los aislados se observó el movimiento de tirabuzón, característico del agente. Morfológicamente resultaron ser bacilos curvos o espiralados Gram (-). El 100% fue oxidasa positivo y 98% positivo a catalasa. Esto permitió caracterizar fenotípicamente al género *Campylobacter* en las 9 granjas

procesadas. En la fenotipificación definitiva se analizaron mediante Indoxil acetato 9 muestras, de las cuales 7 fueron positivas. Éstas mismas 9 muestras fueron negativas a la Hidrólisis del Hipurato. De acuerdo a estos resultados el 77% de los *Campylobacter* aislados corresponderían a *C. coli*.

Los resultados de los 50 hisopados de carcasa muestran que el 98% de las muestras presentaron colonias típicas en mCCDA y motilidad en fresco. De las 39 muestras procesadas, el 97.43% fue positiva a la prueba de catalasa y de las 24 muestras a las que se les realizó la prueba de oxidasa, resultaron positivas el 79,16%.

De las muestras de agua de los tanques de lavado y enfriado hubo crecimiento de colonias compatibles con *Campylobacter* sólo en el agua caliente. El agua fría clorinada resultó negativa en los cultivos.

Los hisopados cloacales de los animales de las 2 granjas procesadas resultaron con crecimiento de colonias compatibles con *Campylobacter*.

4 DISCUSIÓN

De los resultados surge la presencia de diferentes especies de *Campylobacter* termorresistentes en los animales de todas las granjas analizadas, tanto en planta de faena como a nivel de granja.

El hecho de que las muestras de agua fría clorinadas resultaron negativas, evidencia la eficacia de dicho tratamiento para este agente.

5 CONCLUSIONES

Se observó la presencia de *Campylobacter* termorresistentes en pollos parrilleros destinados al consumo humano y en agua de lavado caliente en planta de faena.

Según los resultados preliminares obtenidos hasta la fecha, *C. coli* sería la especie predominante.

El hallazgo de *Campylobacter* pone en evidencia la necesidad de transferir estos resultados al sector productivo de consumo interno y al exportador, a las plantas de faena y a los organismos de control para el manejo del riesgo y la elaboración de la legislación correspondiente para lograr inocuidad en el alimento tendiente a cuidar la salud pública.

Se espera que la aplicación estricta de normas de bioseguridad en la producción primaria, así como de buenas prácticas en la faena permitan alcanzar los estándares internacionales de calidad de alimentos requeridos para consumo interno y por la Comunidad Europea, pudiendo así seguir exportando a estos mercados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BULL, S.A.; ALLEN, V.; DOMINGUE, G.; JORGENSEN, F.; FROS, J.A.; URE, R.; WHYTE, R.; TINKER, D.; CORRY, J.E.; GILLARD-KING, J.; HUMPREY, T.J. Sources of *Campylobacter* spp. colonizing housed broilers flocks during rearing. *Applied and Environmental Microbiology* 72, 645-652. 2006.

BUSWELL, C.M.; HERLIHY, Y.M.; LAWRENCE, L.M.; Mc GIGGAN, J.T.M.; MARSH, P.D.; KEEVIL, C.W.; LEACH, S.A. Extended survival and persistence of *Campylobacter* spp. in water and aquatic biofilms and their detection by immunofluorescent-antibody and-rRNA staining. *Applied and Environmental Microbiology* 64, 733-741. 1998

CHANTARAPANONT, W.; BERRANG, M.E.; FRANK, J.F. Direct microscopic observation of viability of *Campylobacter jejuni* on chicken skin treated with selected chemical sanitizing agents. *Journal of Food Protection* 67, 1146-1152. 2004

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Campylobacter* in broiler batches and of *Campylobacter* and *Salmonella* on broiler carcasses in the EU, 2008. *EFSA Journal Part A: Campylobacter and Salmonella prevalence estimates*, 8(03):1503. 2010

FARACE, M.; VIÑAS, M. Manual de Procedimientos Para el Aislamiento y Caracterización de *Campylobacter* spp. Departamento de Bacteriología. Instituto Nacional de Enfermedades Infecciosas. ANLIS "Dr. Carlos G. Malbrán" Centro Regional de Referencia WHO-Global Salm Surv para América del Sur, 2007, p. 5-33.

FUENTES, L. Determinan la Prevalencia de la Campilobacteriosis y el Perfil de Resistencia de su Agente Causal. Sociedad Iberoamericana de Información Científica. Colección Trabajos Distinguidos, Serie Gastroenterología, Volumen 12, Número 2. Junio de 2010.

GUNTHER, N.W.; CHEN, C. The biofilm forming potential of bacterial species in the genus *Campylobacter*. *Food Microbiology* 26, 44-51. 2009

HANNU, T.; MATTILA, L.; RAUTELIN, H.; PELKONEN, P.; LAHDENNE, P.; SIITONEN, A.; LEIRISALO-REPO, M. *Campylobacter* triggered reactive arthritis: a population-based study. *Rheumatology* 41, 312-318. 2002

HANSSON, I.; VAGSHOLM, I.; SVENSSON, L.; ENGVALL, E.O. Correlations between *Campylobacter* spp. prevalence in the environment and broiler flocks. *Journal of Applied Microbiology* 103, 640-649. 2007

HEIKEMA, A.P.; JACOBS, B.C.; HORST-KREFT, D.; HUIZINGA, R.; KUIJF, M.L.; ENDTZ, H.P.; SAMSOM, J.N.; VAN WAMEL, W.J.B. Siglec-7 specifically recognizes *Campylobacter jejuni* strains associated with oculomotor weakness in Guillain- Barré syndrome and Miller Fisher syndrome. *Clinical Microbiology and Infection* 19, E106 E112. 2013

ISO. Microbiología de la cadena alimentaria. Método horizontal para la detección y la enumeración de *Campylobacter* spp. Parte 1: Método de detección. (ISO 10272-1:2017). Disponible en <https://www.iso.org/standard/63225.html>

MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERÍA Y PESCA, República Argentina, Presidencia de la Nación, "Información Estadística-Carne Aviar" Disponible en <https://datos.magyp.gob.ar/dataset/faena-aviar/archivo/84976af9-af2d-4759-87c3-0fb02ee7d8ec> 2015

NEWELL, D.G.; ELVERS, K.T.; DOPFER, D.; HANSSON, I.; JONES, P.; JAMES, S.; GITTINS, J.; STERN, N.J.; DAVIES, R.; CONNERTON, I.; PEARSON, D.; SALVAT, G.; ALLEN, V.M. Biosecurity-based interventions and strategies to reduce *Campylobacter* spp. on poultry farms. *Applied and Environmental Microbiology* 77, 8605-8614. 2011

OIE. Manual de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) sobre animales terrestres. *Campylobacter jejuni* y *Campylobacter coli*. Capítulo 2.9.3. 2008

PEREZ-BOTO, D.; GARCÍA-PEÑA, F.J.; ABAD-MORENO, J.C.; HURTADO-PIZARRO, M.D.; PÉREZ-COBO, I.; ECHEITA, M.A. Drinking water as the source of *Campylobacter coli* infection in grandparent harvey breeders. *Avian Pathology* 39, 483-487. 2010

SHEPPARD S.; DALLAS J.F.; MACRAE M.; MCCARTHY N.; SPROSTON, E.; GORMLEY, F.; NORVAL, J.; STRACHAN, C.; OGDEN, I.; MAIDEN, M.; FORBES, K. *Campylobacter* genotypes from food animals, environmental sources and clinical disease in Scotland 2005/6. *Int J Food Microbiol.* 2009 Aug 31;134(1-2):96-103. 2009

ZBRUN, M.V.; ROMERO-SCHARPEN, A.; OLIVERO, C.; ROSSLER, E.; SOTO, L.P.; ROSMINI, M.R.; SEQUEIRA, G.J.; SIGNORINI, M.L.; FRIZZO, L.S. Occurrence of thermotolerant *Campylobacter* spp. at different stages of the poultry meat supply chain in Argentina. *New Zealand Veterinary Journal* 61:337-343. 2013

EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE NH₃ EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA DE CONSIGNA EN ALOJAMIENTOS PORCINOS DE TRANSICIÓN

Data de submissão: 22/01/2021

Data de aceite: 24/02/2021

Manuel Ramiro Rodríguez

Universidade de Santiago de Compostela
Lugo – España
ORCID: 0000-0003-1516-7869

Eugenio Losada

Consellería de Cultura
Educación e Universidade
Xunta de Galicia
Lugo – España
ORCID: 0000-0002-9620-2496

Roberto Besteiro

BeWell Agrosolutions
Lugo – España
ORCID: 0000-0001-6681-5446

Tamara Arango

BeWell Agrosolutions
Lugo – España
ORCID: 0000-0002-9606-8282

M. Dolores Fernández

Universidade de Santiago de Compostela
Lugo – España
ORCID: 0000-0003-4586-7620

RESUMEN: Las explotaciones porcinas de transición requieren unas condiciones ambientales muy estrictas y cambiantes,

controladas fundamentalmente mediante la modificación de la temperatura de consigna (TS). En la actualidad, la concentración de NH₃ no es una variable ambiental comúnmente utilizada en el control, aunque es particularmente relevante ya que su repercusión en la calidad del aire afecta al medioambiente, al bienestar animal y a la salud de los trabajadores. Este trabajo tiene como objetivo determinar la influencia de la TS sobre la evolución diaria de la concentración de NH₃ en la zona animal. Se llevó a cabo un ensayo experimental, en una granja convencional, con la estrategia de control ambiental basada en la temperatura. La concentración de NH₃ en la zona animal depende de la TS ya que controla el funcionamiento del sistema de ventilación, el cual elimina eficazmente el NH₃ del alojamiento debido a su volatilidad. Las máximas concentraciones de NH₃ se producen durante la noche y las mínimas durante el día, respondiendo a un ajuste sinusoidal, con valores de R² entre 0.71 y 0.93. Una disminución en TS origina un retraso de la onda y una disminución de su amplitud. Estas ecuaciones permitirán estimar las concentraciones de NH₃, pudiendo ser implementadas en controladores convencionales para el control ambiental en tiempo real, lo que proporcionará una mejora ambiental, del bienestar animal y de la productividad.

PALABRAS CLAVE: Variación diaria. Patrón sinusoidal. Control ambiental. Zona animal.

EVOLUTION OF NH₃ CONCENTRATIONS IN WEANER PIG BUILDINGS BASED ON SETPOINT TEMPERATURE

ABSTRACT: Weaner pig farms require highly strict and changing environmental conditions, which are mainly controlled by modifying setpoint temperature (ST). Ammonia (NH₃) concentration is currently seldom used as a variable for environmental control of weaner buildings, although it is particularly relevant because its impact on air quality affects the environment, animal welfare, and workers' health. This paper aims to determine the effects of ST on the daily evolution of NH₃ concentration in the animal-occupied zone. An experimental test was conducted on a conventional farm, with an environment control system based on temperature. NH₃ concentrations in the animal-occupied zone were dependent on ST insofar as ST controlled the operation of the ventilation system, which effectively removed NH₃ from the building due to its volatility. The highest NH₃ concentrations occurred at night and the lowest concentrations occurred during the daytime. Data were fitted to a sinusoidal model, which provided R² values between 0.71 y 0.93. A decrease in ST caused a delay in the wave and a decrease in wave amplitude. The proposed equations can be used for modeling NH₃ concentrations and implemented in conventional controllers for real-time environmental control of livestock buildings to improve animal welfare and productivity.

KEYWORDS: Daily variation. Sinusoidal pattern. Environmental control. Animal-occupied zone.

1 INTRODUCCIÓN

La liberación de amoníaco (NH₃) en los alojamientos para ganado se origina a partir del contenido de nitrógeno en la orina y las heces depositadas en las fosas o en la superficie del alojamiento, con o sin material de cama (BJERG *et al.*, 2013). Este gas, junto con el sulfuro de hidrógeno (H₂S) es uno de los gases contaminantes más importantes en la producción porcina actual [BLANES-VIDAL *et al.*, 2012; SAHA *et al.*, 2010; YE *et al.*, 2008] por su relación directa con el bienestar de los animales y los trabajadores (NI *et al.*, 2018; SAHA *et al.*, 2010; YE *et al.*, 2008; ZHANG *et al.*, 2005). Numerosos estudios se han llevado a cabo sobre los efectos de la concentración de amoníaco en el comportamiento, la salud y la productividad de los animales [CHENG *et al.*, 2014; DONE *et al.*, 2005; DRUMMOND *et al.*, 1980; HAMILTON *et al.*, 1998; O'CONNOR *et al.*, 2010; PARKER *et al.*, 2010; VON BORELL *et al.*, 2007; WATHES *et al.*, 2004). Generalmente, los efectos negativos de las altas concentraciones de NH₃ sobre el estado fisiológico de los cerdos en términos de crecimiento y de salud son reconocidos, pero los resultados experimentales no han sido consistentes. Así, se obtuvieron distintas conclusiones entre los estudios de HAMILTON *et al.* (1998) y CHENG *et al.* (2014) o entre los de O'CONNOR *et al.* (2010) y VON BORELL *et al.* (2007).

Sin embargo, fueron obtenidas concentraciones de NH_3 muy superiores a las habituales en alojamientos, comprobando disminuciones en el crecimiento del cerdo entre el 12 y el 30% (DRUMMOND *et al.*, 1980). Por otra parte, se concluyó que en cerdos entre 20 y 85 kg de p.v. debería haber poca preocupación, en términos de rendimiento, para concentraciones dentro de los límites legales actuales de la Unión Europea, aunque, cuando éstas superaban los 20 ppm, podrían tener una influencia adversa en el bienestar (O'CONNOR *et al.*, 2010). Asimismo, durante la fase de transición, otros autores no encontraron efectos directos sobre el crecimiento y la eficiencia de conversión de los alimentos (WATHES *et al.*, 2004), ni sobre la salud respiratoria (DONE *et al.*, 2005).

Desde el punto de vista ambiental, el mayor impacto de la producción animal son los olores y el NH_3 (BLANES-VIDAL *et al.*, 2012; KRUPA, 2003). Las emisiones de NH_3 a la atmósfera y su deposición en el ambiente juegan un papel crucial en la acidificación y eutrofización de los ecosistemas y contribuye a las emisiones indirectas de óxido nitroso (SCHAUBERGER *et al.*, 2018). Los efectos adversos, como la eutrofización y acidificación de los ecosistemas LIU *et al.*, 2013), van a provocar la reducción de la biodiversidad (CLARK y TILMAN, 2008), constituyendo un importante precursor de la formación de partículas finas en la atmósfera (BACKES *et al.*, 2016a-b; HENDRIKS *et al.*, 2013). En las proximidades de las granjas de cerdos se observaron concentraciones ambientales importantes (GEELS *et al.*, 2012; KRYZA *et al.*, 2011; XU *et al.*, 2014).

El NH_3 es importante para determinar la calidad del aire en el alojamiento y, en consecuencia, contribuye de forma importante al bienestar animal y a la duración de los equipos e instalaciones (WEBB *et al.*, 2005), por lo que constituye una preocupación en el control ambiental. La mayoría de los países europeos han enfatizado la importancia de la reducción del amoníaco y del olor para limitar su impacto negativo en el medio ambiente y en la sociedad local (SAHA *et al.*, 2010).

Las concentraciones de NH_3 en alojamientos porcinos pueden variar mucho y se relacionan, entre otros factores, con la edad, actividad y densidad de los animales, la temperatura exterior, el control de la ventilación, la hora del día y la época del año (NI *et al.*, 2018; SCHAUBERGER *et al.*, 1999; WANG *et al.*, 2011). Aunque el rango típico de concentraciones de NH_3 en los alojamientos para cerdos de engorde es de 0 a 40 ppm (HEBER *et al.*, 2005), numerosos autores obtuvieron valores promedio mucho más bajos, entre 12.10 y 18.20 ppm (KOERKAMP *et al.*, 1998), 6.50 ppm (SAHA *et al.*, 2010) e incluso entre 2.10 y 3.40 ppm en el verano y entre 4.20 y 4.30 ppm en el invierno, en salas experimentales con sistema de fosa parcialmente ventilada (ZONG y ZHANG, 2015).

Debido a las reducciones en las tasas de ventilación, como consecuencia del incremento de la temperatura exterior, se observaron variaciones estacionales en las concentraciones de NH_3 , con valores, en general, más altos en invierno que en verano (NI

et al., 2018; RAYNOR *et al.*, 2018; XU *et al.*, 2010; ZONG y ZHANG, 2015). Sin embargo, otros autores obtuvieron resultados opuestos, destacando que las circunstancias que aumentan las tasas de generación tienen un mayor efecto sobre las concentraciones que los factores que reducen las tasas de concentración (BANHAZI *et al.*, 2008). Justificados por idéntico motivo, la reducción de las tasas de ventilación, numerosos autores informaron de mayores concentraciones de NH_3 durante la noche o a primeras horas del día y entre las 16:00 y las 20:00 h debido a la acumulación de purín en la fosa (NI *et al.*, 2018; WANG *et al.*, 2011). La concentración de NH_3 no mostró un patrón diario obvio, comprobando que los picos más bajos tendieron a ser durante la mitad de la noche (BANHAZI, 2013). Este estudio demostró, contrariamente a la creencia general de la estrecha asociación con las tasas de ventilación, que los niveles de NH_3 están más estrechamente asociados con los niveles de evaporación, los que se encuentran en el máximo a temperaturas más altas. Los requerimientos térmicos en la fase de transición pueden llegar a descender más de 10°C a lo largo del ciclo (LE DIVIDICH y HERPIN, 1994; MÜIRHEAD y ALEXANDER, 1997; RINALDO y LE DIVIDICH, 1991), generalmente controlados por sistemas convencionales constituidos por instalaciones de calefacción y ventilación reguladas por uno o más sensores de temperatura (VAN WAGENBERG *et al.*, 2005), sin control directo de otros parámetros como la humedad relativa u otros contaminantes (PARK *et al.*, 2013). En este trabajo se pretende determinar los patrones de variación diaria de la concentración de NH_3 en la zona ocupada por los animales en edificios de transición y su variación con la temperatura de consigna establecida en el control de los sistemas de climatización. Con ello se persigue que los sistemas convencionales de control, con la temperatura como única variable, puedan considerar la concentración de NH_3 aplicando un algoritmo sencillo basado en variables propias del sistema de climatización. Como resultado, los sistemas de control ambiental contribuirían a la disminución del impacto ambiental de la producción ganadera (VAN RANSBEECK *et al.*, 2012) al tiempo que proporcionarían un estándar más alto de bienestar animal (HAMON *et al.*, 2012) manteniendo la productividad.

Esto profundizará en los resultados de estudios anteriores, donde se investigaron las concentraciones y emisiones de NH_3 , en alojamientos de distintas especies, y sus factores influyentes para verificar los niveles de contaminación y diseñar estrategias de reducción (ANDERSON, 1996; BLANES-VIDAL *et al.*, 2008; CALVET *et al.*, 2011a y b; PHILIPPE *et al.*, 2011; SAHA *et al.*, 2014; TAKAI *et al.*, 2013).

2 MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en una explotación convencional, con una capacidad autorizada de 4895 cerdas para la producción de lechones de 20 kg de p.v. La granja

está situada en Abegondo, A Coruña (43°10'12"N, 8°19'30"W), donde las temperaturas son suaves y las heladas infrecuentes (temperatura media anual de 13.20°C, humedad relativa media anual del 86.67% y 17 días de helada en el año 2013, Meteogalicia). La prueba experimental se realizó en una sala de transición, donde los lechones entran con un peso medio de 6 kg y salen con 20 kg de p.v. Las dimensiones interiores de la sala, con suelo de rejilla de polipropileno, son de 11.82 m de largo por 5.86 m de ancho y una altura entre 2.25 y 2.50 m. La sala dispone de seis corrales, a ambos lados del pasillo central, y alberga un máximo de 300 lechones, a razón de 50 lechones por corral. La fosa de purín estaba vacía al principio del ciclo y las operaciones de manejo del mismo se limitaron a su extracción al final del ciclo.

El sistema de climatización fue el propio de la explotación. Está constituido por las instalaciones de ventilación y calefacción por suelo radiante de agua caliente. El control ambiental del alojamiento fue mediante sonda de temperatura sin alteración con respecto a las condiciones de la explotación. El sistema de ventilación está compuesto por un extractor helicoidal, de 500 mm de diámetro, con las siguientes especificaciones: 230 V AC, 50 Hz, 1330 rpm, 480 W de potencia, $\cos \phi = 0.96$, $8746 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$. El sistema de calefacción por suelo radiante está compuesto por dos placas para agua caliente, de poliéster, de 1.20 x 0.40 m y una capacidad de 2.90 l cada una. El rango de temperaturas del fluido calefactor osciló entre 37 y 41°C. Se realizó una regulación manual del caudal de entrada del fluido calefactor en las fechas de modificación de las temperaturas de consigna (TS) para la ventilación. Las TS definidas para el control ambiental estuvieron entre 26 y 23°C, disminuyendo con la edad y el peso de los animales. El aire fresco entraba a la sala a través de dos ventanas con deflectores de aire en la pared opuesta al ventilador, a ambos lados de la puerta de entrada a la sala.

Las variables ambientales medidas en el interior del alojamiento y los sensores empleados fueron:

- Concentración de NH_3 en la zona animal (C_{NH_3}): detector electroquímico, con rango de medición de 0 a 100 ppm, 5% de precisión, compensación de temperatura y autocero calibrado por el fabricante antes de su instalación, modelo ST – IAM IP66 con protección contra salpicaduras (Murco Ltd, Dublín, Irlanda), implementado con filtro de partículas (malla de 0.168 mm de luz e hilo de 0.110 mm).
- Humedad relativa (RH_{az}) y temperatura (T_{az}) en la zona animal: sensor de temperatura y humedad relativa, con rangos de medición de -40 a 75°C, precisión +/- 0.21°C de 0°C a 50°C, y de 0% - 100%, precisión de $\pm 2.50\%$ de 10 a 90% (sensor modelo S-THB-M008, Onset Computer Corporation, Bourne, MA, EE UU).

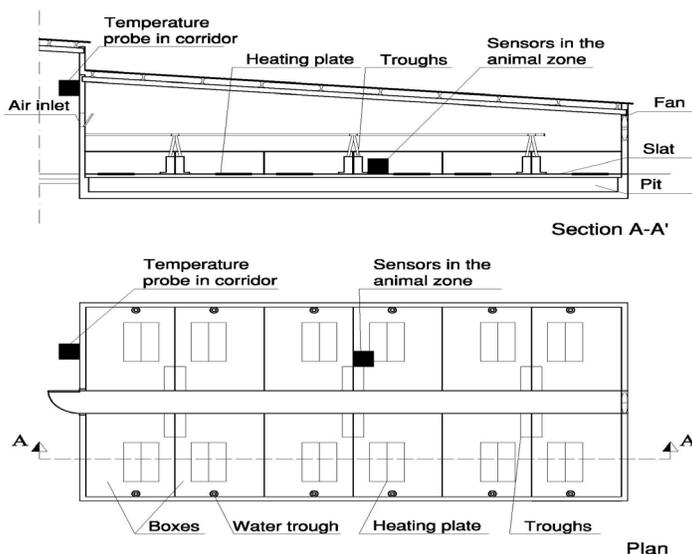
- Temperatura del aire en el pasillo exterior de la sala (T_{ac}): sensores de coeficiente de temperatura negativo, modelo 107, con rango de medición de -35 a 50°C y error de intercambiabilidad del termistor $\pm 0.20^\circ\text{C}$ de 0°C a 50°C (Campbell Scientific Ltd., Loughborough, Reino Unido).

Los sensores utilizados para medir la humedad relativa (RH_{az}), la concentración de NH_3 (C_{NH_3}) y la temperatura en la zona animal (T_{az}) se instalaron en un corral central, a 0.40 m de altura, en el interior de una estructura metálica que protegía los equipos contra las agresiones de los animales (Figura 1). El sensor utilizado para medir la temperatura del aire en el pasillo exterior (T_{ac}) se colocó en la entrada de aire a la sala, 2.40 m de altura (Figura 1). Esta temperatura fue utilizada para caracterizar el clima exterior, junto con la temperatura exterior (T_{ao}), obtenida con datos proporcionados por la red pública de estaciones meteorológicas, Meteogalicia, estación de Abegondo, A Coruña (43°24'14"N, 8°26'22"W; altitud: 94 m).

Tabla 1. Temperaturas de consigna para el control ambiental y periodos de medición

	Temperatura de consigna (TS) (°C)			
	26	25	24	23
Fecha de inicio	2 Mar.	8 Mar.	19 Mar.	27 Mar.
Fecha de finalización	6 Mar.	17 Mar.	25 Mar.	7 Apr.
Nº de días	5	10	7	12

Figura 1. Localización de los sensores empleados para la medición de las distintas variables



Las temperaturas medias medidas con la sonda de temperatura 107 se almacenaron en un colector de datos CR-10X (Campbell Scientific Ltd., Loughborough,

Reino Unido). Las C_{NH_3} , RH_{az} , T_{az} y la tensión y la intensidad proporcionada al ventilador se almacenaron en un colector de datos HOBO H – 22 (Onset Computer Corporation, Bourne, MA, EE UU). Todas las variables se muestrearon a intervalos de 1 segundo y se almacenó su media cada 600 s.

2.1 ANÁLISIS MATEMÁTICO

Para cada temperatura de consigna, se realizó la media de las concentraciones de NH_3 , cada diez minutos, obteniendo una evolución diaria media, la cual se ajustó mediante la siguiente expresión:

$$C_{NH_3}(t) = A \sin(\omega t + \varphi) + B \quad (3)$$

donde:

C_{NH_3} : concentración NH_3 (ppm)

A: amplitud (ppm)

Ω : velocidad angular (rad min^{-1})

Φ : ángulo de fase inicial (rad)

B: variable independiente o variación vertical (ppm)

Para ajustar la serie de valores de concentración de NH_3 a la ecuación 3, los valores característicos de A, ω , φ y B se obtuvieron de las siguientes ecuaciones:

$$A = \frac{C_{NH_3MAX} - C_{NH_3MIN}}{2} \quad (4)$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 4.36E - 3 \quad (5)$$

$$\varphi = \omega t_0 \quad (6)$$

$$B = C_{NH_3AVE} = \frac{\sum_i^n C_{NH_3i}}{n} \quad (7)$$

donde:

C_{NH_3MAX} : concentración máxima de NH_3 en la zona ocupada por los animales (ppm)

C_{NH_3MIN} : concentración mínima de NH_3 en la zona ocupada por los animales (ppm)

T: período de la onda, 1440 min

t_0 : tiempo durante el cual la onda toma el valor promedio (min)

$B = C_{NH_3AVE}$: concentración media diaria de NH_3 en la zona ocupada por animales (ppm)

El tiempo, t_0 , se considera positivo si la onda está adelantada o negativo si la onda se retrasa. La hora aproximada se obtuvo a partir de los datos experimentales, a

través de los cuales fue maximizado el coeficiente de determinación R^2 para el ajuste senoidal de la función.

La bondad de ajuste se define por el coeficiente de determinación (R^2), el error cuadrático medio (RMSE) y la desviación estándar del error (SDE), en ppm. Las expresiones de RMSE y SDE se pueden escribir como:

$$RMSE = \left(\frac{1}{N} \sum_1^N (C_{NH_3C} - C_{NH_3M})^2 \right)^{0.5} \quad (8)$$

$$SDE = \left[\frac{1}{N} \left(\sum_1^N (C_{NH_3C} - C_{NH_3M})^2 - \left(\sum_1^N (C_{NH_3C} - C_{NH_3M}) \right)^2 \right) \right]^{0.5} \quad (9)$$

donde:

N: número de observaciones

C_{NH_3C} : concentración calculada de NH_3 (ppm)

C_{NH_3M} : concentración medida de NH_3 (ppm)

3 RESULTADOS

Se ha analizado la evolución diaria de la concentración de NH_3 en la zona animal en un alojamiento de transición, donde los animales permanecieron 44 días. Durante este tiempo los animales pasaron de un peso medio de 5.36 a 20.34 kg de p.v. Los requisitos térmicos en esta fase son muy estrictos y cambiantes, por lo que la temperatura de consigna se ha modificado siguiendo el proceso productivo habitual. Los días en los que se modificó esta temperatura no se tuvieron en cuenta en el análisis, ya que las instalaciones de calefacción y ventilación estuvieron controladas por dos temperaturas distintas.

La menor densidad del NH_3 con respecto del aire lo sitúa en las zonas más altas de la sala, siendo más fácilmente extraíble, al contrario que otros gases, como el CO_2 , que se acumulan en las capas más bajas. Por tanto, la evolución de la concentración de NH_3 se ve muy afectada por la ventilación, que a su vez va a estar condicionada por las temperaturas de consigna definidas, las cuales oscilaron entre 26 y 23°C, disminuyendo con la edad y el peso de los animales.

Los días analizados se agruparon según la temperatura de consigna establecida (tabla 2). En general, las concentraciones medias de NH_3 disminuyeron con esta temperatura y oscilaron entre 3.79 y 0.30 ppm para 26 y 23°C respectivamente. Sin embargo, cuando la temperatura de consigna fue de 25°C, la concentración media de NH_3 fue de 5.24 ppm. Además, se puede comprobar una fuerte reducción de las concentraciones de NH_3 cuando la temperatura de consigna baja a 24 y 23°C.

Tabla 2. Valores estadísticos para variables ambientales a diferentes temperaturas de consigna

TS (°C)	C _{NH₃} (ppm)				RH _{az} (%)	T _{az} (°C)	T _{ac} (°C)	T _{ao} (°C)
	AVE	SD	MAX	MIN	AVE	AVE	AVE	AVE
26	3.79	2.48	6.84	1.38	58	28.07	14.51	11.74
25	5.24	2.55	7.82	2.45	57	27.88	10.74	8.33
24	1.00	0.78	2.00	0.25	59	26.56	10.97	10.69
23	0.30	0.48	0.72	0.05	61	24.56	11.05	10.88

donde:

TS: temperatura de consigna

C_{NH₃}: concentración de NH₃

RH_{az}: humedad relativa en la zona animal

T_{az}: temperatura en la zona animal

T_{ac}: temperatura en el pasillo exterior de la sala

T_{ao}: temperatura ambiente exterior

AVE: media

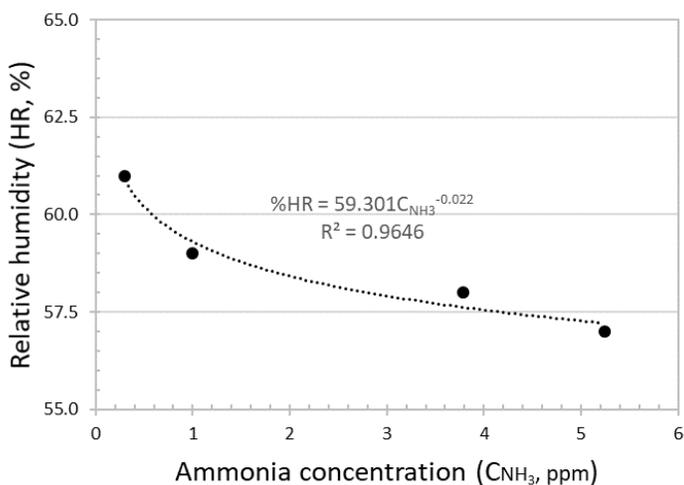
SD: desviación estándar

MAX: máximo

MIN: mínimo

Por otra parte, la concentración media de NH₃ mostró un comportamiento inverso a la humedad relativa, para todas las temperaturas que se ajusta por mínimos cuadrados a una función potencial (Figura 2).

Figura 2. Ajuste exponencial de la concentración de NH₃ y la HR en la zona animal



Vista la evolución diaria de la concentración de NH_3 (Figura 3) se procedió a su ajuste a una función sinusoidal. Para ello se determinaron la amplitud (A), el ángulo de fase inicial (ϕ) y el valor medio (B) de la onda sinusoidal. La tabla 3 resume los valores obtenidos para cada temperatura de consigna (Figura 4).

Figura 3. Evolución diaria de la concentración media de NH_3 en la zona animal para una temperatura de consigna de 25°C.

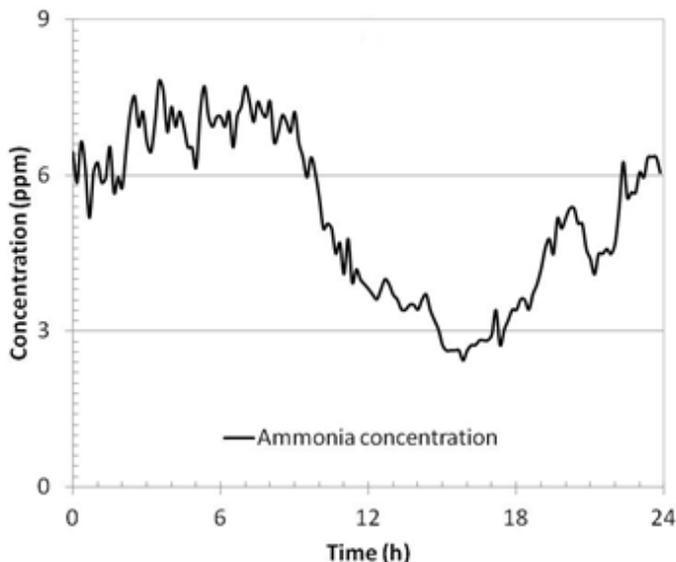


Tabla 3. Valores característicos de la curva sinusoidal a diferentes temperaturas de consigna

TS (°C)	A (ppm)	B (ppm)	ϕ (rad)	Hora de inicio da onda
26	2.73	3.79	0.26	23:00 h
25	2.69	5.24	0.44	22:20 h
24	0.87	1.00	-0.17	00:40 h
23	0.33	0.30	-0.31	01:10 h

donde:

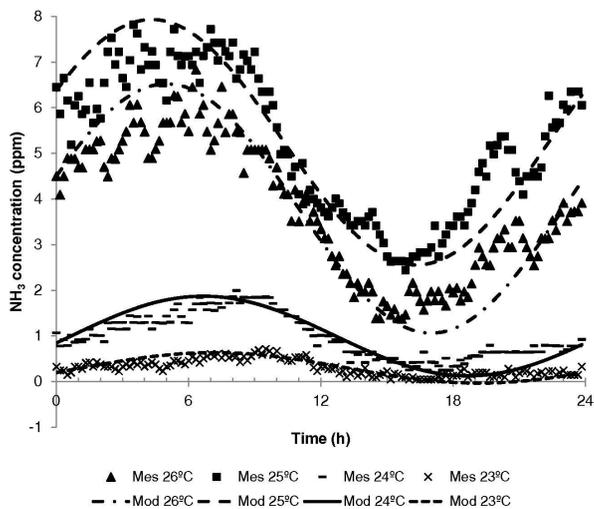
TS: temperatura de consigna

A: amplitud

Φ : ángulo de fase inicial

B: variable independiente o variación vertical obtenido como concentración media diaria de NH_3 en la zona animal.

Figura 4. Ajuste sinusoidal modelizado (Mod) y medido (Mes) para la evolución diaria de la concentración de NH_3 a diferentes temperaturas de consigna



La amplitud de la función sinusoidal disminuyó con la temperatura de consigna debido a los niveles más bajos de concentración de NH_3 . Sin embargo, casi no hubo diferencia entre los valores obtenidos para las temperaturas de consigna de 26 y 25°C, en torno a 2.70 ppm, mientras que la amplitud disminuyó drásticamente a temperaturas de consigna más bajas, alcanzando 0.33 ppm para la temperatura de 23°C. Además, la temperatura en la zona animal fue superior a la temperatura de consigna, en todos los casos, con valores superiores a los 1.50°C (Tabla 2), lo que muestra la inercia térmica de la instalación de calefacción.

El ángulo de fase inicial fue positivo para las temperaturas de consigna de 26 y 25°C y negativo para 24 y 23°C. Para la temperatura de consigna de 26 y 25°C, la concentración inicial de NH_3 fue superior a su valor promedio en un 19% y 22%, respectivamente. Para las temperaturas de consigna de 24 y 23°C, la concentración inicial fue un 15 y un 34% menor que la concentración media, respectivamente.

Los estadísticos resumidos en la tabla 4 muestran la bondad del ajuste del patrón sinusoidal a los datos de variación diaria de la concentración de NH_3 en edificios de transición en función de la temperatura de consigna.

Tabla 4. Ajuste de la evolución diaria de la concentración de NH_3 a una curva sinusoidal, a diferentes temperaturas de consigna

TS (°C)	R ²	SDE (ppm)	RMSE (ppm)	RME (%)
26	0.93	0.64	0.64	-5
25	0.88	0.70	0.70	-1
24	0.84	0.26	0.26	-6
23	0.71	0.13	0.13	-9

donde:

TS: temperatura de consigna

SDE: desviación estándar del error

RMSE: error cuadrático medio

RME: error medio relativo.

El grado de ajuste de los datos a una función sinusoidal se caracterizó por el coeficiente de determinación, R^2 , que mostró valores razonables, en el rango de 0.71 a 0.93 para las temperaturas de consigna de 23 y 26°C, respectivamente. Los valores de R^2 aumentaron con la TS, lo que sugiere un mejor ajuste y mayores variaciones para altas concentraciones de NH_3 . Estos resultados fueron respaldados por otros estadísticos, entre las cuales la desviación estándar del error (SDE) osciló entre 0.70 y 0.13. Los errores medios relativos (RME) están en el rango de -1 a -9%.

4 DISCUSIÓN

La temperatura ambiental recomendada para lechones destetados alojados en corrales con el suelo de enrejado plástico varía de 30–32°C para 5 kg de peso vivo a 19–25°C para 20 kg de peso vivo (MÜRHEAD y ALEXANDER, 1997; RINALDO y LE DIVIDICH, 1991). Numerosos autores (NI *et al.*, 2018; WANG *et al.*, 2011) relacionaron el efecto de la temperatura de consigna sobre la concentración de NH_3 por su influencia en la ventilación y, en consecuencia, en la eliminación de NH_3 del edificio. Durante los primeros días de la fase de transición, los cuales se corresponden con el período crítico, con una duración aproximada de dos semanas (LE DIVIVICH y HERPIN, 1994), con temperaturas de consigna de 26 y 25°C, la ventilación fue fuertemente restringida debido a los estrictos requisitos térmicos para el crecimiento de los lechones y su susceptibilidad a las corrientes de aire. Es en este período cuando se producen las mayores concentraciones de NH_3 . Durante el período postcrítico, donde ya se establece la ingesta regular de alimentos (LE DIVIDICH y HERPIN, 1994), con temperaturas de consigna de 24 y 23°C y en consecuencia menores restricciones en la ventilación, la concentración de NH_3 disminuye considerablemente, pasando de valores medios de 5.24 a 1.00 ppm para 25 y 24°C de temperatura de consigna respectivamente. Estas bajadas de la temperatura de consigna, de 25 a 23°C supuso una disminución en la temperatura media en el alojamiento 1.32 y 2.00°C, respectivamente, sin que las temperaturas exteriores y del pasillo muestren grandes diferencias (2.55 y 0.31°C respectivamente). Además, como se muestra en la Tabla 2, la temperatura en la zona ocupada por los animales (T_{az}) fue siempre superior a la temperatura de consigna, variando entre 2.07 y 1.56°C para temperaturas de consigna de 26 y 23°C respectivamente,

lo que muestra la inercia térmica de la instalación de calefacción. Es decir, se observa una mejor respuesta de la instalación de control ambiental con temperaturas de consigna más bajas.

Por otra parte, la concentración media de NH_3 también mostró un comportamiento inverso a la humedad relativa, en consonancia con BANHAZI (2013), donde se demostró que los niveles de NH_3 están más estrechamente asociados con los niveles de evaporación que a las tasas de ventilación, los cuales se encuentran en el máximo a temperaturas más altas.

Numerosos autores midieron concentraciones superiores a las presentadas en este trabajo, aunque en cerdos de mayor edad. Para cerdos, con un peso inicial de 36.80 kg, se midieron concentraciones medias de 0.83 ± 0.68 ppm (WANG *et al.*, 2011). Con anterioridad, se presentaron valores promedio de NH_3 entre 12.10 y 18.20 ppm en el norte de Europa (KOERKAMP *et al.*, 1998). Otros autores obtuvieron una concentración promedio de 6.50 ppm a partir de la medición en las etapas iniciales y medias del período de engorde (SAHA *et al.*, 2014). Por otra parte, en salas experimentales con sistema de fosa parcialmente ventilada, se obtuvieron valores mucho más bajos, de 2.10 a 3.40 ppm en verano y de 4.20 a 4.30 ppm en el invierno (ZONG y ZHANG, 2015). Un intervalo entre 1.80 y 13.90 ppm fue medido en diferentes alojamientos de ganado porcino (BANHAZI, 2013). Todos estos valores fueron superiores a los obtenidos durante el último período analizado en este documento, donde los animales, con un peso aproximado de 20 kg, se acercaron más a las condiciones para los cerdos de engorde, con valores de 0.30 ± 0.48 ppm para una temperatura de consigna de 23°C.

La evolución diaria de la concentración de NH_3 difirió considerablemente del patrón observado en las condiciones de laboratorio para cerdos en engorde, con ventilación mediante sistemas de presión negativa (WANG *et al.*, 2011). En ese trabajo las concentraciones de NH_3 eran más altas antes de las 07:00 h, luego disminuían por la eliminación diaria de estiércol por la mañana, aumentaban nuevamente siguiendo el incremento de temperatura hasta que se alcanzaba el valor máximo entre las 13:00 h y las 14:00 h, y finalmente disminuían con la temperatura. Por lo tanto, y al contrario que nuestro trabajo, sus resultados muestran una evolución diaria de la concentración de amoníaco paralela a la temperatura, con la única excepción de la retirada del purín. Dichas diferencias pueden deberse principalmente a las diferencias en los sistemas de ventilación y limpieza. En la prueba experimental realizada, el sistema de ventilación forzada eliminó efectivamente el NH_3 al mediodía, evitando así una tendencia de concentración de NH_3 paralela a la tendencia de la temperatura del aire. Además, la eliminación diaria de estiércol afectó bruscamente la evolución diaria de la concentración de NH_3 (WANG *et al.*, 2011), que no fue el caso de nuestro estudio.

Los resultados de nuestra prueba experimental sugieren una respuesta sinusoidal para la evolución diaria de la concentración de NH_3 , que está de acuerdo con los resultados obtenidos para conejos (CALVET *et al.*, 2011a). De manera similar, encontramos una respuesta sinusoidal para la concentración diaria de NH_3 , la cual estaba directamente relacionada con la emisión de olores y otros contaminantes de los edificios de cerdos de engorde (SCHAUBERGER *et al.*, 1999). Además, la actividad diaria de los animales se incorporó como una ecuación sinusoidal para predecir la emisión de NH_3 de los edificios para ganado vacuno de leche con ventilación natural (SAHA *et al.*, 2014), quienes encontraron que, la inclusión del seno y el coseno de las variables circulares, como las horas del día, los días del año y la dirección del viento, mejoró la naturaleza dinámica de los modelos utilizados para predecir la emisión de NH_3 . Además, se encontraron patrones senoidales claros para la emisión diaria de NH_3 para pollos de engorde por (CALVET *et al.*, 2011b).

La evolución diaria de la concentración de NH_3 en los edificios de destete mostró un patrón similar a la evolución encontrada en las granjas de conejos (CALVET *et al.*, 2011a), con valores máximos por la noche cuando las tasas de ventilación eran mínimas y valores mínimos durante el día cuando las tasas de ventilación máximas. Por lo tanto, la respuesta sinusoidal estuvo fuertemente condicionada por las tasas de ventilación dentro del edificio, que fueron controladas por la temperatura interior. Este patrón afectó a la emisión de NH_3 , que siguió la tendencia opuesta a la concentración de NH_3 y aumentó al incrementarse las tasas de ventilación. Como resultado, la emisión de NH_3 fue mayor durante el día [CALVET *et al.*, 2011b; SAHA *et al.*, 2014].

En general, una disminución en la temperatura de consigna causó una disminución en la amplitud de la función sinusoidal modelada y un retraso en la onda. Sin embargo, casi no hubo diferencia de amplitud en el ajuste para las temperaturas de 26 y 25°C, en torno a 2.70 ppm. Sin embargo, la amplitud disminuyó bruscamente a temperaturas de consigna más bajas (0.33 ppm a 23°C). Esto está en consonancia con el hecho de que las altas temperaturas, junto con elevados pH en la cama, conducen a considerables emisiones de NH_3 (ANDERSON, 1996).

En base a esto, y teniendo en cuenta la inercia térmica de la instalación de calefacción y que las temperaturas en la zona animal son superiores a las establecidas como consigna, deben de establecerse temperaturas para el control ambiental inferiores a las temperaturas deseadas en la zona animal. Esta actuación va a tener dos efectos favorables, por una parte, la mejora de la eficiencia térmica de la instalación de calefacción y, por otra, una menor concentración de NH_3 como consecuencia de las temperaturas ambientales más bajas.

La SDE fue el componente principal del error, porque el sesgo tuvo un resultado nulo debido a que la media de los datos experimentales coincide con la media de la curva senoidal obtenida en un período (1440 min). Entonces, el RMSE igualó el valor de la SDE. La onda sinusoidal para la concentración de NH_3 en granjas porcinas proporciona un patrón fiable que podría implementarse para su estimación en tiempo real e incluirse como un parámetro en las estrategias de control. Esto es particularmente relevante porque la concentración de NH_3 está directamente relacionada con la temperatura de consigna, que es el elemento más importante del control del clima.

5 CONCLUSIONES

Las siguientes conclusiones pueden ser extraídas del análisis de los resultados de la prueba experimental realizada en un edificio de destete con control de los sistemas de calefacción y ventilación basado en la temperatura:

1. La concentración de NH_3 en la zona animal varía con la temperatura de consigna establecida para el sistema de climatización. En período nocturno, con las temperaturas exteriores más bajas, la tasa de ventilación es más reducida, lo que da lugar a incrementos en la concentración de NH_3 . El aumento de la temperatura exterior durante el día aumenta la tasa de ventilación y por tanto la extracción del gas.
2. La onda sinusoidal diaria para la concentración de NH_3 proporciona un patrón fiable para cada temperatura de consigna, con valores de R^2 entre 0.93 y 0.71. La amplitud de la onda disminuye y, en general, la onda sinusoidal se retrasa con la disminución de la temperatura de consigna.
3. El uso de ecuaciones sinusoidales para estimar la concentración de NH_3 puede ser de interés para los ganaderos, en la medida en que proporcionan información de los niveles del gas. Debido a que la simplicidad de la ecuación permite su implementación en muchos controladores convencionales, las ecuaciones sinusoidales en función de la temperatura de consigna podrían ser de gran utilidad para el control ambiental en tiempo real, lo que mejoraría considerablemente el bienestar animal.
4. Dado que las concentraciones de NH_3 se reducen con temperaturas más bajas, y teniendo en cuenta la inercia térmica de la instalación de calefacción, podrían establecerse temperaturas de consigna inferiores a las temperaturas deseadas en la zona animal, con la consecuente reducción de la concentración de NH_3 y mejora de la eficiencia energética de la granja.

6 AGRADECIMENTOS

El presente trabajo ha sido financiado por la Xunta de Galicia y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), a través del proyecto de investigación **Estrategias de control y automatización para la eficiencia energética y productiva en explotaciones porcinas de destete**, perteneciente a los programas sectoriales de investigación aplicada, PEME I+D Suma del Plan Gallego de Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica, en el marco del programa operativo FEDER Galicia 2007-2013.

REFERENCIAS

ANDERSSON M. **Performance of bedding materials in affecting ammonia emissions from pig manure**. Journal of Agricultural Engineering Research. 1996, 65(3), (213 - 222).

BANHAZI T.M. **Seasonal, diurnal and spatial variations of environmental variables in Australian livestock buildings**. Australian Journal of Multi-disciplinary Engineering. 2013, 10(1), (60 - 69).

BANHAZI T., SEEDORF J., RUTLEY D., PITCHFORD W. **Identification of risk factors for suboptimal house conditions in Australian Piggeries: Part 3. Environmental Parameters**. Journal of Agricultural Safety and Health. 2008, 14(1), (41 - 52).

BACKES A., AULINGER A., BIESER J., MATTHIAS V., QUANTE M. **Ammonia emissions in Europe, part I: Development of a dynamical ammonia emission inventory**. Atmospheric Environment. 2016a, 131, (55 - 66).

BACKES A.M., AULINGER A., BIESER J., MATTHIAS V., QUANTE M. **Ammonia emissions in Europe, part II: How ammonia emission abatement strategies affect secondary aerosols**. Atmospheric Environment. 2016b, 126, (153 - 161).

BJERG B., NORTON T., BANHAZI T., ZHANG G., BARTZANAS T., LIBERATI P., CASCONI G., LEE B., MARUCCI A. **Modelling of ammonia emissions from naturally ventilated livestock buildings. Part 1: Ammonia release modelling**. Biosystems Engineering. 2013, 116(3), (232 - 245).

BLANES-VIDAL V., HANSEN M.N., PEDERSEN S., ROM, H.B. **Emissions of ammonia, methane and nitrous oxide from pig houses and slurry: Effects of rooting material, animal activity and ventilation flow**. Agriculture, Ecosystems & Environment. 2008, 124(3-4), (237 - 244).

BLANES-VIDAL V., NADIMI E.S., ELLERMANN T., ANDERSEN H.V., LØFSTRØM P. **Perceived annoyance from environmental odors and association with atmospheric ammonia levels in non-urban residential communities: a cross-sectional study**. Environmental Health. 2012, 11 (1), (11 - 27).

CALVET S., CAMBRA-LÓPEZ M., ESTELLÉS F., TORRES A.G. **Characterization of the indoor environment and gas emissions in rabbit farms**. World Rabbit Science. 2011a, 19 (1), (49 - 61).

CALVET S., CAMBRA-LÓPEZ M., ESTELLÉS F., TORRES, A.G. **Characterization of gas emissions from a Mediterranean broiler farm**. Poultry Science. 2011b, 90 (3), (534 - 542).

CHENG Z., O'CONNOR E.A., JIA Q., DEMMERS T.G.M., WATHES C.M., WATHES D.C. **Chronic ammonia exposure does not influence hepatic gene expression in growing pigs**. Animal. 2014, 8 (2), (331-337).

- CLARK C.M., TILMAN D. **Loss of plant species after chronic low-level nitrogen deposition to prairie grasslands.** *Nature*. 2008, 451, (712 - 715).
- DONE S.H., CHENNELLS D.J., GRESHAM A.C.J., WILLIAMSON S., HUNT B., TAYLOR L.L., BLAND V., JONES P., ARMSTRONG D., WHITE R.P., DEMMERS T.G.M., TEER N., WATHES, C.M. **Clinical and pathological responses of weaned pigs to atmospheric ammonia and dust.** *Veterinary Record*. 2005, 157(3), (71-80).
- DRUMMOND J.G., CURTIS S.E., SIMON J., NORTON, H.W. **Effects of aerial ammonia on growth and health of young pigs.** *Journal Animal Science*. 1980, 50(6), (1085 - 1091).
- GEELS C., ANDERSEN H.V., AMBELAS SKJØTH C., CHRISTENSEN J.H., ELLERMANN T., LØFSTRØM P., GYLDENKÆRNE S., BRANDT J., HANSEN J.B., FROHN L.M., HERTEL, O. **Improved modelling of atmospheric ammonia over Denmark using the coupled modelling system DAMOS.** *Biogeosciences*. 2012, 9(7), (2625 - 2647).
- HAMILTON T.D.C., ROE J.M., HAYES C.M., WEBSTER A.J.F. Effects of ammonia inhalation and acetic acid pretreatment on colonization kinetics of toxigenic *Pasteurella multocida* within upper respiratory tracts of swine. *Journal of Clinical Microbiology*. 1998, 36(5), (1260 - 1265).
- HAMON L., ANDRÈS Y., DUMONT E. **Aerial pollutants in swine buildings: A review of their characterization and methods to reduce them.** *Environmental Science & Technology*. 2012, 46(22), (12287 - 12301).
- HEBER A.J., TAO P.C., NI J.Q., LIM T.T., SCHMIDT A.M. **Air emissions from two swine finishing building with flushing: ammonia characteristics.** In *Livestock Environment VII*. American Society of Agricultural and Biological Engineers, Michigan, USA. 2005, (436 - 443).
- HENDRIKS C., KRANENBURG R., KUENEN J., VAN GIJLSWIJK R., KRUIT R.W., SEGERS A., VAN DER GON H.D., SCHAAP M. **The origin of ambient particulate matter concentrations in the Netherlands.** *Atmospheric Environment*. 2013, 69, (289 - 303).
- KOERKAMP P.G., METZ J.H.M., UENK G.H., PHILLIPS V.R., HOLDEN M.R., SNEATH R.W., SHORT J.L., WHITE R.P., HARTUNG J., SEEDORF J., SCHRÖDER M., LINKERT K.H., PEDERSEN S., TAKAI H., JOHNSEN J.O., WATHES C.M. **Concentrations and emissions of ammonia in livestock buildings in Northern Europe.** *Journal of Agricultural Engineering Research*. 1998, 70(1), (79 - 95).
- KRUPA S.V. **Effects of atmospheric ammonia (NH₃) on terrestrial vegetation: a review.** *Environmental Pollution*. 2003, 124(2), (179 - 221).
- KRYZA M., DORE A.J., BŁAŚ M., SOBIK M. **Modelling deposition and air concentration of reduced nitrogen in Poland and sensitivity to variability in annual meteorology.** *Journal of Environmental Management*. 2011, 92(4), (1225 - 1236).
- LE DIVIDICH J., HERPIN P. **Effects of climatic conditions on the performance, metabolism and health-status of weaned piglets: a review.** *Livestock Production Science*. 1994, 38(2), (79 - 90).
- LIU X., ZHANG Y., HAN W., TANG A., SHEN J., CUI Z., VITOUSEK P., ERISMAN J.W., GOULDING K., CHRISTIE P., FANGMEIER A., ZHANG F. **Enhanced nitrogen deposition over China.** *Nature*. 2013, 494, (459 - 462).
- MÜRHEAD M.R., ALEXANDER T.J.L. **Managing health and disease. In Managing pig health and de treatment of disease: a reference for the farm.** 5M Enterprises, Sheffield, UK. 1997, (55 - 104).
- NI J.Q., HEBER A.J., LIM T.T. **Ammonia and hydrogen sulfide in swine production. In Air Quality and Livestock Farming.** CRC Press, Florida, USA. 2018, (69 - 88).

O'CONNOR E.A., PARKER M.O., MCLEMAN M.A., DEMMERS T.G., LOWE J.C., CUI L., DAVEY E.L., OWEN R.C., WATHES C.M., ABEYESINGHE S.M. **The impact of chronic environmental stressors on growing pigs, Sus scrofa (Part 1): stress physiology, production and play behaviour.** *Animal*. 2010, 4(11), (1899 - 1909).

PARK J.H., PETERS T.M., ALTMAIER R., SAWVEL R.A., RENÉE ANTHONY T. **Simulation of air quality and cost to ventilate swine farrowing facilities in winter.** *Computers and Electronics in Agriculture*. 2013, 98, (136 - 145).

PARKER M.O., O'CONNOR E.A., MCLEMAN M.A., DEMMERS T.G.M., LOWE J.C., OWEN R.C., DAVEY E.L., WATHES C.M., ABEYESINGHE, S.M. **The impact of chronic environmental stressors on growing pigs, Sus scrofa (Part 2): social behaviour.** *Animal*. 2010, 4(11), (1910 - 1921).

PHILIPPE F.X., CABARAUX J.F., NICKS B. **Ammonia emissions from pig houses: Influencing factors and mitigation techniques.** *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2011, 141, (245 - 260).

RAYNOR P.C., ENGELMAN S., MURPHY D., RAMACHANDRAN G., BENDER J.B., ALEXANDER B.H. **Effects of gestation pens versus stalls and wet versus dry feed on air contaminants in swine production.** *Journal of Agromedicine*. 2018, 23(1), (40 - 51).

RINALDO D., LE DIVIDICH J. **Assessment of optimal temperature for performance and chemical body composition of growing pigs.** *Livestock Production Science*. 1991, 29(1), (61 - 75).

SAHA C.K., AMMON C., BERG W., FIEDLER M., LOEBSIN C., SANFTLEBEN P., BRUNSCH R., AMON T. **Seasonal and diel variations of ammonia and methane emissions from a naturally ventilated dairy building and the associated factors influencing emissions.** *Science of the Total Environment*. 2014, 468, (53 - 62).

SAHA C.K., ZHANG G., KAI P., BJERG B. **Effects of a partial pit ventilation system on indoor air quality and ammonia emission from a fattening pig room.** *Biosystems Engineering*. 2010, 105(3), (279 - 287).

SCHAUBERGER G., PIRINGER M., MIKOVITS C., ZOLLITSCH W., HÖRTENHUBER S.J., BAUMGARTNER J., NIEBUHR K., ANDERS I, ANDRE K, HENNIG-PAUKA I, SCHÖNHART M. **Impact of global warming on the odour and ammonia emissions of livestock buildings used for fattening pigs.** *Biosystems Engineering*. 2018, 175, (106 - 114).

SCHAUBERGER G., PIRINGER M., PETZ E. **Diurnal and annual variation of odour emission from animal houses: a model calculation for fattening pigs.** *Journal of Agricultural Engineering Research*. 1999, 74(3), (251 - 259).

TAKAI H., NIMMERMARK S., BANHAZI T., NORTON T., JACOBSON L.D., CALVET S., HASSOUNA M., BJERG B., ZHANG G.Q., PEDERSEN S., KAI P., WANG K., BERCKMANS D. **Airborne pollutant emissions from naturally ventilated buildings: Proposed research directions.** *Biosystems Engineering*. 2013, 116, (214 - 220).

VAN RANSBEECK N., VAN LANGENHOVE H., VAN WEYENBERG S., MAES D., DEMEYER P. **Typical indoor concentrations and emission rates of particulate matter at building level: a case study to setup a measuring strategy for pig fattening facilities.** *Biosystems Engineering*. 2012, 111(3), (280 - 289).

VAN WAGENBERG A.V., METZ J.H.M., DEN HARTOG L.A. **Methods for evaluation of the thermal environment in the animal-occupied zone for weaned piglets.** *Transactions of the ASABE*. 2005, 48(6), (2323 - 2332).

VON BORELL E., ÖZPINAR A., ESLINGER K.M., SCHNITZ A.L., ZHAO Y., MITLOEHNER F.M. **Acute and prolonged effects of ammonia on hematological variables, stress responses, performance, and behavior of nursery pigs.** Journal of Swine Health and Production. 2007, 15(3), (137 - 145).

WANG K., WEI B., ZHU S., YE Z. **Ammonia and odor emitted from deep litter and fully slatted floor systems for growing–finishing pigs.** Biosystems Engineering. 2011, 109(3), (203 - 210).

WATHES C.M., DEMMERS T.G.M., TEER N., WHITE R.P., TAYLOR L.L., BLAND V., JONES P., ARMSTRONG D., GRESHAN A.C.J., HARTUNG J., CHENNELLS D.J., DONE S.H. **Production responses of weaned pigs after chronic exposure to airborne dust and ammonia.** Animal Science. 2004, 78(1), (87 - 97).

WEBB J., MENZI H., PAIN B.F., MISSELBROOK T.H., DÄMMGEN U., HENDRIKS H., DÖHLER H. **Managing ammonia emissions from livestock production in Europe.** Environmental Pollution. 2005, 135(3), (399 - 406).

XU W., ZHENG K., LIU X., MENG L., HUAITALLA R.M., SHEN J., HARTUNG E., GALLMANN E., ROELCKE M., ZHANG F. **Atmospheric NH₃ dynamics at a typical pig farm in China and their implications.** Atmospheric Pollution Research. 2014, 5(3), (455 - 463).

YE Z., ZHANG G., LI B., STRØM J.S., DAHL P.J. Ammonia emissions affected by airflow in a model pig house: effects of ventilation rate, floor slat opening, and headspace height in a manure storage pit. Transactions of the ASABE. 2008, 51(6), (2113 - 2122).

ZHANG G., STRØM J.S., LI B., ROM H.B., MORSING S., DAHL P., WANG C. **Emission of ammonia and other contaminant gases from naturally ventilated dairy cattle buildings.** Biosystems Engineering. 2005, 92(3), (355 - 364).

ZONG C., LI H., ZHANG G. **Ammonia and greenhouse gas emissions from fattening pig house with two types of partial pit ventilation systems.** Agriculture, Ecosystems & Environment. 2015, 208, (94 - 105).

CAPÍTULO 17

VALOR NUTRITIVO DO FENO TIFTON 85 (CYNODON SPP.) SEQUEIRO EM CINCO IDADES DE CORTE¹

Data de submissão: 28/02/2021

Data de aceite: 24/03/2021

Carlos Antunes Oliveira de Carvalho

Estudante de Graduação em Agronomia do
Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Campus Barbacena
<http://lattes.cnpq.br/9683740763056110>

Renata Vitarele Gimenes Pereira

Professora do Núcleo de Ciências Agrárias do
Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Campus Barbacena
<http://lattes.cnpq.br/3321769634188416>

Wellyngton Tadeu Vilela Carvalho

Professor do Núcleo de Ciências Agrárias do
Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Campus Barbacena
<http://lattes.cnpq.br/2526237328398046>

Lucio Carlos Gonçalves

Professor Titular da Escola de Veterinária da
Universidade Federal de Minas Gerais
(UFMG)
<http://lattes.cnpq.br/6625577688255022>

Aline Silva Oliveira

Estudante de Graduação em Agronomia do
Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Campus Barbacena
<http://lattes.cnpq.br/3305647317719053>

Gustavo Piacesi Rocha

Estudante de Graduação em Agronomia do
Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Campus Barbacena
<http://lattes.cnpq.br/3836801186917827>

RESUMO: As gramíneas do gênero *Cynodon* de um modo geral são forrageiras de alta produtividade e valor nutritivo, e dentro deste gênero, tem se destacado as gramíneas do grupo dos Tiftons. A fenação tem apresentado grande importância como processo de conservação de forragem pela facilidade e custo de execução. Com relação ao valor nutritivo, o avanço da idade leva ao aumento dos teores de carboidratos estruturais e lignina e redução de nutrientes potencialmente digestíveis. Esta característica irá influenciar negativamente o consumo e a digestibilidade da forrageira. O presente trabalho tem como objetivo determinar o valor nutritivo do Tifton 85 (*Cynodon spp.*) de sequeiro em cinco idades diferentes de corte (28, 42, 56, 70 e 84 dias), através da análise mineral do feno de Tifton 85. O aumento da idade de corte influenciou no valor nutritivo do Tifton 85, de modo que houve redução nos teores de minerais com o avançar da idade de corte. O maior valor nutritivo ocorreu com Tifton 85 com 28 dias de rebrote.

¹ Parte do trabalho de iniciação científica do primeiro autor, financiada pela CNPQ.

PALAVRAS-CHAVE: Conservação de alimentos. Forragem. Micronutrientes.

NUTRIENT VALUE OF TIFTON 85 HAY (CYNODON SPP.) DRY AT FIVE AGES COURT

ABSTRACT: Grasses of the genus *Cynodon* has, generally, high productivity and nutritional value, and within this genus, the grasses of Tiftons group has been highlighted. Hay production has shown great importance as a process of forage conservation due to the ease and cost of execution. About the nutritional value, the advancement of age leads to an increase in the structural carbohydrate and lignin, and reduction of potentially digestible nutrients. This characteristic will negatively influence forage intake and digestibility. The objective of this work is to determine the nutritional value of dry Tifton 85 (*Cynodon* spp.) age at five different cutting ages (28, 42, 56, 70 and 84 days) through the mineral analysis of Tifton 85 hay. The increase in the cut age influenced the nutrient content of Tifton 85, so that there was a reduction in the mineral contents with the age of cut. The highest nutritional value occurred with Tifton 85 at 28 days of regrowth.

KEYWORDS: Food preservation. Forage. Micronutrients.

1 INTRODUÇÃO

As gramíneas do gênero *Cynodon* de um modo geral são forrageiras de alta produtividade e valor nutritivo, e dentro deste gênero, tem se destacado as gramíneas do grupo dos Tiftons.

O uso dessas forrageiras tropicais do gênero *Cynodon* conservadas na forma de feno pode ser uma saída para igualar a disponibilidade de volumoso durante todo o ano. Com essas informações para uma melhor utilização das forragens no período de escassez de alimento (seca), técnicas de conservação vêm sendo utilizadas. A fenação tem apresentado grande importância como processo de conservação de forragem pela facilidade e custo de execução.

Com relação ao valor nutritivo, o avanço da idade leva ao aumento dos teores de carboidratos estruturais e lignina e redução de nutrientes potencialmente digestíveis. Esta característica irá influenciar negativamente o consumo e a digestibilidade da forrageira. Torna-se então imprescindível à busca de informações relativas ao melhor momento de utilização das gramíneas (Lima et al., 2002).

O objetivo do presente trabalho foi determinar o valor nutritivo do Tifton 85 (*Cynodon* spp.) de sequeiro em cinco idades diferentes de corte, através da análise mineral.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Barbacena, em Minas Gerais, no Laboratório “Laboratório de Solos” do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sudeste de Minas – Campus Barbacena.

O Tyfton 85 (*Cynodon spp.*) utilizado para a realização do experimento foi proveniente de uma área pré-estabelecida de aproximadamente 8 ha, localizada na Fazenda Santa Helena, município de Bom Despacho - MG. A mesma foi dividida em 4 piquetes de 2 ha, sendo que apenas 1 há foi utilizado para a confecção dos feno. A calagem e adubação foram executadas de acordo com análise do solo. Anteriormente à coleta das amostras foi feito um corte de uniformização em todos os canteiros. Serão avaliadas 5 idades de corte correspondentes a 28, 42, 56, 70 e 84 dias de crescimento vegetativo a partir da data de uniformização com cinco repetições (canteiros). Após o corte o material foi seco a campo até que alcance o ponto de feno.

Foram avaliadas 5 idades de corte correspondentes a 28, 42, 56, 70 e 84 dias de crescimento vegetativo a partir da data de uniformização com cinco repetições (canteiros).

As análises foram realizadas no laboratório “Laboratório de Solos” do Instituto Federal de educação, Ciência e Tecnologia - Sudeste de Minas Gerais – Campus Barbacena. Foi determinada a composição mineral, através das análises de Fósforo(P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn), por digestão nítrico-perclórica de acordo com a metodologia do Laboratório de Análise de Solos e Tecido Vegetal do Instituto federal do Sul de Minas – Campus Muzambinho.

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com 5 tratamentos (idades de corte) e 5 repetições (canteiros). A comparação das médias será feita utilizando o teste SNK, em nível de significância de 5%. A análise dos dados será realizada através do programa SISVAR 5.3.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1: Teores de cálcio, fósforo, potássio e magnésio em porcentagem, do feno de Tifton 85 (*Cynodon spp.*) nos diferentes períodos de corte.

	Idade de corte				
	28 dias	42 dias	56 dias	70 dias	84 dias
Cálcio	0,37 ^a	0,42 ^a	0,40 ^a	0,39 ^a	0,38 ^a
Fósforo	0,33 ^b	0,31 ^b	0,23 ^a	0,24 ^a	0,24 ^a
Potássio	0,24 ^c	0,22 ^b	0,14 ^a	0,16 ^a	0,15 ^a
Magnésio	0,24 ^{ab}	0,25 ^a	0,25 ^a	0,25 ^a	0,23 ^b

Médias seguidas de mesma letra, na mesma linha, não diferem pelo teste de SNK (P> 0,05)

Os teores de cálcio variaram de 0,37 a 0,42%. Já os teores de fósforo variaram de 0,33 a 0,23%, ocorrendo um decréscimo dos teores com o avançar da idade de corte.

Oliveira et al. (2000), ao avaliarem a composição mineral de capim Tifton 85 em diferentes idades de rebrote (14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70 dias), relataram a redução dos teores de cálcio e fósforo com o avançar da idade de rebrote da planta, os teores de cálcio variaram de 0,56 a 0,37% e os de fósforo de 0,98 e 0,39% dos 14 aos 70 dias de rebrota respectivamente.

Os teores de potássio variaram de 0,25 a 0,22%, ocorrendo um decréscimo com o avançar da idade do Tifton 85; e os teores de magnésio variaram de 0,25 a 0,24%, observando uma pequena variação com o decorrer do tempo. Oliveira et al. (2000), observou teores 3,97 a 1,285 aos 14 e 70 dias de idades de rebrota, sendo estes bem superiores aos encontrados neste trabalho.

Tabela 2: Teores de cobre, ferro, manganês e zinco em mg kg⁻¹, do feno de Tifton 85 (*Cynodon* spp.) nos diferentes períodos de corte.

	Idade de corte				
	28 dias	42 dias	56 dias	70 dias	84 dias
Cobre	14,54 ^b	9,75 ^{ab}	6,85 ^a	7,13 ^a	14,78 ^b
Ferro	284,43 ^b	185,63 ^a	364,05 ^c	134,12 ^a	114,53 ^a
Manganês	79,78 ^b	77,08 ^b	50,85 ^a	55,30 ^a	61,47 ^a
Zinco	292,24 ^b	189,76 ^a	172,59 ^a	199,90 ^a	212,24 ^a

Médias seguidas de mesma letra, na mesma linha, não diferem pelo teste de SNK (P> 0,05)

Os teores de cobre variaram entre 14,78 e 6,85 mg kg⁻¹, estes valores são superiores aos encontrados por Erthal et al. (2010).

Os teores de ferro variaram de 364,05 e 114,53 2,68 mg kg⁻¹, e os teores de manganês variaram entre 50,85 e 79,78 mg kg⁻¹, sendo observado a redução nos teores de ferro entre o primeiro e o último corte.

Os teores de ferro variaram de 131,3 a 89,5 mg kg⁻¹ dos 20 aos 70 dias, já os teores de manganês variaram de 91,1 a 84,5 mg kg⁻¹ dos 20 aos 70 dias.

Os teores de zinco variaram entre 292,24 e 172,76 mg kg⁻¹, Vieira et al. (1999) também observou redução nos teores de zinco com o avançar da idade de rebrote no capim Florakik, sendo que a os teores de zinco variaram de 36,5 a 23,2 dos 20 aos 70 dias.

4 CONCLUSÕES

A idade de corte influenciou no valor nutritivo do feno de Tifton 85 em sequeiro, com o avançar da idade de corte ocorreu a redução dos teores mineirais do feno. O feno apresentou maior valor nutritivo, quando a fenação é realizada com Tifton 85 com 28 dias de rebrote.

REFERÊNCIAS LITERATURA CITADA

ERTHAL, V.T.T.; FERREIRA, P.A.; PEREIRA, O.G.; et al. **Características fisiológicas, nutricionais e rendimento de forrageiras fertigadas com água residuária de bovinocultura.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, n. 5, p. 468-466, 2010.

LIMA, J.A.; ROCHA, G.P.; CEDEÑO, J.A.G. et al. **Rendimento de matéria seca e teores de minerais de algumas gramíneas do gênero *Cynodon*.** In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. Anais...Recife: SBZ, 2002a. (CD-ROM).

LIMA, J.A.; ROCHA, G.P.; CEDEÑO, J.A.G. et al. **Valor nutritivo de algumas gramíneas do gênero *Cynodon*.** In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. Anais... Recife: SBZ, 2002b. (CD-ROM).

OLIVEIRRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R.; et al. **Rendimento e valor nutritivo do capim Tifton 85 (*Cynodon spp.*) em diferentes idades de rebrota.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 29, n. 6, p. 1949-1960, 2000.

CAPÍTULO 18

MATÉRIA SECA E MINERAL DE FORRAGEM HIDROPÔNICA DE MILHO DE DENSIDADE DE 3,0 KG.M⁻²

Data de submissão: 05/02/2021

Data de aceite: 24/02/2021

Tiago Neves Pereira Valente

Instituto Federal de Educação

Ciência e Tecnologia Goiano

Posse – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/2684014048193433>

Michelle Lares Vasconcelos

Instituto Federal de Educação

Ciência e Tecnologia Goiano

Morrinhos – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/0561238212791614>

Lucas de Alvarenga Freire Neto

Instituto Federal de Educação

Ciência e Tecnologia Goiano

Morrinhos – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/9234859627469015>

Wallacy Barbacena Rosa dos Santos

Instituto Federal de Educação

Ciência e Tecnologia Goiano

Morrinhos – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/0981088012706161>

Andréia Santos Cezário

Instituto Federal de Educação

Ciência e Tecnologia Goiano

Morrinhos – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/9873397600912897>

Jeferson Corrêa Ribeiro

Instituto Federal de Educação

Ciência e Tecnologia Goiano

Morrinhos – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/9218769930359182>

RESUMO: A produção de forragem hidropônica devido a sua quantidade e qualidade fornecida, é uma excelente alternativa de alimentação animal em épocas de baixa disponibilidade de pastagens. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a matéria seca (MS) e a matéria mineral (MM) da forragem hidropônica de milho com diferentes dias de coleta e densidade de 3,0 kg m⁻². O experimento foi composto por três dias de coleta (15, 20 e 25 dias) e uma densidade (3,0 kg m⁻²). A unidade experimental foi composta por bandejas com dimensões de 40 x 50 x 5 cm. Os parâmetros a serem avaliados serão a matéria seca (MS), além da composição em matéria seca (MS). Para a análise de variância será considerado um nível de significância igual a 5%. Para determinação das diferenças entre as médias de tratamentos, será utilizado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. A produção de matéria seca e mineral não diferiram entre os dias de coleta na densidade 3,0 kg m⁻².

PALAVRAS-CHAVE: Bromatologia. Forragicultura. Nutrição animal. Ruminantes.

DRY MATTER AND MINERAL MATTER TO HYDROPONIC FORAGE TO CORN GRAIN DENSITY OF 3,0 KG.M⁻²

ABSTRACT: The production of hydroponic forage is because the quantity and quality provided, is an excellent alternative for animal feed in the season of low grazing availability. Thus, the objective of this research was to evaluate the dry matter (DM) and the mineral matter (MM) of corn hydroponic forage with different collection days and density of 3,0 kg m⁻². The experiment had of three collection days (15, 20 and 25 days) and a density (3.0 kg m⁻²). The experimental unit consisted of trays with dimensions of 40 x 50 x 5 cm. The evaluated parameters were dry matter (DM), in addition to mineral matter composition (MM). For the analysis of variance, a significance level of 5% was considered. To determine the differences between the treatment means, the Tukey test was used at the level of 5% probability. The production of dry and mineral matter did not differ between the collection days at density 3.0 kg m⁻².

KEYWORDS: Bromatology. Forage. Animal nutrition. Ruminants.

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de forragem hidropônica é uma tecnologia de produção de biomassa vegetal, obtida através da germinação e crescimento inicial de plantas a partir de sementes viáveis (FAO, 2001). Seu objetivo é suprir as necessidades nutricionais dos animais, principalmente durante épocas secas ou frias do ano, em que a baixa produção e a redução na qualidade da forragem das espécies nativas ficam aquém das exigências nutricionais (MULLER, 2005).

O milho é um dos principais cereais cultivados e consumidos em todo o mundo. Devido à quantidade e à qualidade das reservas acumuladas nos grãos, é responsável pelo fornecimento de diversos produtos utilizados para a alimentação humana e animal, além disso, importante fonte de matéria-prima para a agroindústria (DE LIMA RODRIGUES et al., 2017).

O uso da forragem hidropônica como fonte suplementar pode aumentar a produção animal, pois suas exigências nutricionais estarão sendo atendidas, além da melhor utilização da pastagem, permitindo taxas mais alta de lotação animal, elevando a produção por área (MULLER, 2005).

Por ser uma inovação tecnológica, mesmo que simples, carece de informações sobre a qualidade de seus produtos, embora já esteja em uso por produtores da região, que recorrem à sua produção como opção de complementação ao programa alimentar quando a forragem disponível não é suficiente para todo o período seco (CÂMPELO, 2007).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a matéria seca (MS) e a matéria mineral (MM) da forragem hidropônica de milho com diferentes dias de coleta e densidade de 3,0 kg m⁻².

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no IF Goiano – Campus Morrinhos, a uma altitude de 885 m e localização -17° 49' S e 49° 12' O. O clima conforme Köppen é Aw, tropical com estação seca, com temperatura média anual no município de 23,3 °C, e 1346 mm é o valor da pluviosidade média anual.

O experimento foi composto por três dias de coleta (15, 20 e 25 dias) e uma densidade (3,0 kg m⁻²). A unidade experimental foi composta por bandejas com dimensões de 40 x 50 x 5 cm (C x L x A). O substrato foi disposto nas unidades experimentais em camadas de 250 g recebendo semeadura manual das sementes de milho pré-germinadas, sendo imediatamente cobertas por outra camada de 250 g do mesmo substrato.

Anteriormente à semeadura, as sementes de milho foram submetidas a condicionamento osmótico induzindo a pré-germinação. Tal procedimento constitui da imersão das sementes em água por 24 horas, com posterior drenagem.

Todos os dias cada uma das bandejas receberam água, desde o primeiro dia após a semeadura.

Após as coletas com auxílio de balança foi pesada a produção de massa verde de forragem hidropônica de milho de cada bandeja.

O material coletado foi acondicionado em sacos de papel e submetido à secagem em estufa de ventilação forçada, a 65°C, até peso constante. Após tal procedimento serão determinados os teores de matéria seca (MS) e de matéria mineral (MM), conforme metodologia descrita em Silva & Queiroz (2009).

Para a análise de variância foi considerado um nível de significância igual a 5%. Para determinação das diferenças entre as médias de tratamentos, foi utilizado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas utilizaram o software estatístico SAS UNIVERSITY (2015) ou R.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontram-se os valores médios da matéria seca (MS) em porcentagem (%), valores máximos, mínimos e desvio padrão da forragem hidropônica de milho, em diferentes dias de semeadura e densidade de plantio de 3,0 kg m⁻². Já na Tabela 2 encontram-se os valores médios da matéria mineral (MM) em porcentagem (%), valores máximos, mínimos e desvio padrão da forragem hidropônica de milho, em diferentes dias de semeadura e densidade de plantio de 3,0 kg m⁻².

Pelos estudos de Câmpelo et al. (2007) a matéria seca média da forragem hidropônica de milho com densidade de 2,5 kg.m⁻² e com substrato de casca de arroz

foi de 29,24% e a matéria mineral 2,57%, que demonstra que as médias da matéria seca encontradas (Tabela 1) foram menores e que houve uma similaridade de valores encontrados com a matéria mineral, apesar de alguns valores encontrados serem maiores (Tabela 2).

Os valores encontrados não fugiram tanto dos estudos de outros autores e além de não ser utilizado neste experimento a solução hidropônica que foi utilizada nos outros estudos.

Tabela 1. Médias da matéria seca (%), valores mínimos e desvio padrão da forragem hidropônica de milho em diferentes dias de semeadura e densidade de plantio de 3,0 kg m⁻².

Dias ¹	N ²	Médias	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
15	8	19.65 ^a	15.49	23.99	2.85
20	8	22.22 ^a	13.91	29.45	6.21
25	8	22.11 ^a	17.07	29.12	4.46

¹Dias de coleta; ²Número de amostras; Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 2. Médias da matéria mineral (%), valores mínimos e desvio padrão da forragem hidropônica de milho em diferentes dias de semeadura e densidade de plantio de 3,0 kg m⁻².

Dias ¹	N ²	Médias	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
15	4	2.60 ^a	1.98	2.98	0.44
20	4	2.57 ^a	2.44	2.84	0.19
25	4	3.27 ^a	2.98	3.89	0.42

¹Dias de coleta; ²Número de amostras; Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

4 CONCLUSÃO

A produção de matéria seca e mineral não diferiram entre os dias de coleta na densidade 3,0 kg m⁻².

REFERÊNCIAS

CAMPÊLO, J. E. G.; GOMES, A.; SILVA, J.; CARVALHO, G.; COUTINHO, M.; OLIVEIRA, J.; MARCHÃO, M. **Forragem de milho hidropônico produzida com diferentes substratos**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36, n. 2, p. 276-281, 2007.

DE LIMA RODRIGUES, M.; VASCONCELOS, L. C.; GARCIA, R. V.; COSTA, A. C.; DE MELO REIS, B.; DE LIMA, W. L. **Cultivo de forragem hidropônica agroecológica de milho em diferentes concentrações de biofertilizante**. SEAGRO: ANAIS DA SEMANA ACADÊMICA DO CURSO DE AGRONOMIA DO CCAE/UFES, v. 1, n. 1, 2017.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. **Manual Técnico Forraje Verde Hidropônico**. Santiago de Chile, 2001.

MÜLLER, L.; MANFRON, P.; SANTOS, O.; MEDEIROS, S.; HAUT, V.; NETO, D.; Bandeira, A. **Produção e composição bromatológica da forragem hidropônica de milho, Zea mays L.** Zootecnia Tropical, Maracay, v. 23, n. 2, p. 105-119. 2005.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: UFV, v.3, 2009.

CAPÍTULO 19

CARACTERIZAÇÃO DAS PLANTAS TÓXICAS DE INTERESSE PECUÁRIO NA MICRORREGIÃO DE SALINAS, NORTE DE MINAS GERAIS, BRASIL

Data de submissão: 27/01/2021

Data de aceite: 24/02/2021

Gabriel Domingos Carvalho

Doutor em Medicina Veterinária
Instituto Federal do Espírito Santo – Ifes
Campus Piúma
gabriel.carvalho@ifes.edu.br
<http://lattes.cnpq.br/3227868849279669>
<https://orcid.org/0000-0003-1987-4202>

Felipe Matheus Ferreira Chagas

Técnico em Agropecuária e
Médico Veterinário
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais
IFNMG Campus Salinas
<http://lattes.cnpq.br/1587949333578781>

Gilmar Breno Oliveira Guimarães

Técnico em Agropecuária e
Médico Veterinário
IFNMG Campus Salinas
<http://lattes.cnpq.br/5509176237204502>

Thales Felipe Lucas Sena

Técnico em Agropecuária
IFNMG Campus Salinas
Acadêmico de Medicina
Faculdade de Medicina da Bahia
<http://lattes.cnpq.br/5790333425521715>
<https://orcid.org/0000-0003-4222-526X>

Dênis Nunes de Andrade

Técnico em Agropecuária e
Médico Veterinário
IFNMG Campus Salinas
<http://lattes.cnpq.br/5944108928303217>

Elvis Tadyello Marques Ribeiro

Médico Veterinário
IFNMG Campus Salinas
<http://lattes.cnpq.br/9023767743989347>

Ronaldo Medeiros dos Santos

Doutor em Tecnologia Ambiental e
Recursos Hídricos
IFNMG Campus Salinas
<http://lattes.cnpq.br/1578919263205943>
<https://orcid.org/0000-0003-1717-5467>

RESUMO: Na região Norte de Minas Gerais o setor agropecuário desempenha um importante papel no desenvolvimento socioeconômico regional, com destaque para a bovinocultura de leite e de corte, principalmente. Problemas sazonais de secas prolongadas e a falta de forragens resistentes são desafios para o desenvolvimento agropecuário da região, o que favorece a ocorrência de casos de intoxicações por plantas nos bovinos, gerando grandes perdas econômicas. Este trabalho teve como objetivo caracterizar as principais plantas

tóxicas de interesse pecuário presentes na microrregião de Salinas, Norte do estado de Minas Gerais, Brasil. Foram realizadas entrevistas a instituições e a produtores rurais, no intuito de identificar quais são as plantas tóxicas causadoras de danos para os bovinos, bem como entender como se dá a ocorrência dos casos intoxicação nesta região. As propriedades analisadas foram demarcadas com as coordenadas geográficas (latitude, longitude e altitude), por meio de georreferenciamento, para confecção de mapas das localidades acometidas, sendo registradas as plantas descritas pelos pecuaristas como causadoras de intoxicação em bovinos na região.

PALAVRAS-CHAVE: Cerrado. Bovinos. Intoxicação. Pecuária.

CHARACTERIZATION OF TOXIC PLANTS OF LIVESTOCK INTEREST IN THE MICRO-REGION OF SALINAS, NORTHERN MINAS GERAIS, BRAZIL

ABSTRACT: In the northern region of Minas Gerais State, the agricultural sector plays an important role in regional socioeconomic development, with emphasis on dairy and beef cattle, mainly. Seasonal problems of prolonged droughts and the lack of resistant forages are challenges for the agricultural development of the region, which favors the occurrence of cases of poisoning by toxic plants in cattle, generating great economic losses. This work aimed to characterize the main toxic plants of livestock interest present in the micro region of Salinas, North of the state of Minas Gerais, Brazil. Interviews were conducted with institutions and rural producers, in order to identify which toxic plants cause damage to cattle, as well as to understand how the bovine poisoning occurs in this region. The analyzed properties were geographic demarcated with the latitude, longitude, and altitude coordinates, through georeferencing, for making maps of the affected locations, and the plants described by the ranchers as causing cattle poisoning in the region were registered.

KEYWORDS: Cerrado. Bovine. Intoxication. Livestock cattle.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, devido à sua extensão territorial, possui diferentes ecossistemas onde predominam solos, climas e índices pluviométricos variados. Esta diversificação favorece apresentação de inúmeras espécies vegetais, dentre elas as denominadas tóxicas. Apesar de sua grande importância econômica para a produção animal, nem todas as plantas tóxicas brasileiras estão descritas na literatura (BARBORA et al., 2007).

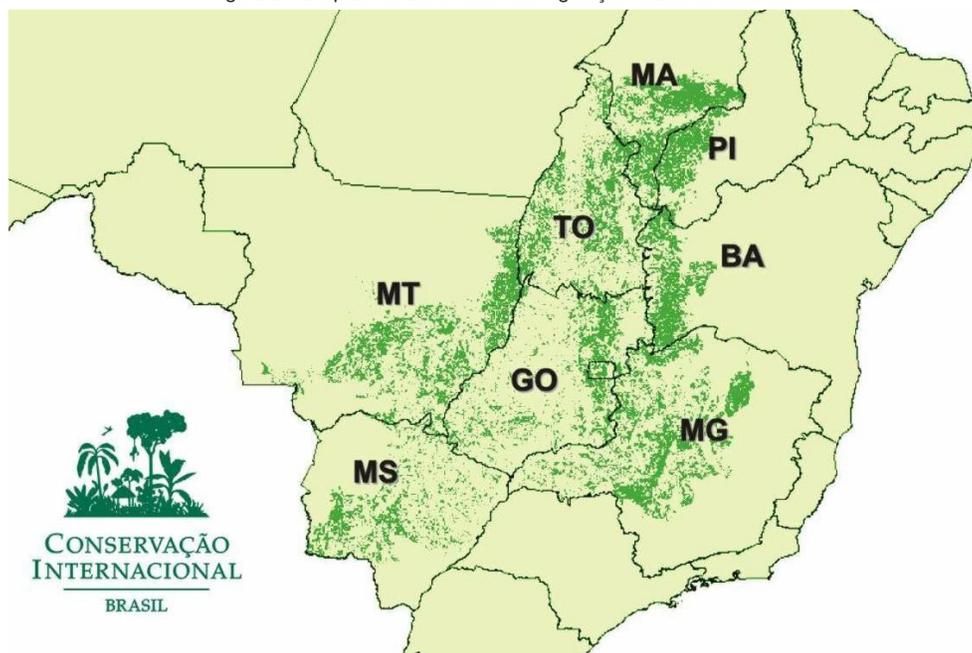
A grande diversidade existente no Reino Vegetal, particularmente nas regiões tropicais, torna o número de plantas potencialmente tóxicas elevado. Muitas dessas plantas ainda são desconhecidas quanto ao potencial de causar intoxicações (SIMÕES et al., 2003).

O desconhecimento das espécies vegetais tóxicas é apontado como o principal fator para ocorrência desses acidentes, desse modo, a melhor forma de prevenir é através da divulgação do conhecimento sobre as plantas tóxicas (CARVALHO, 2009).

Para a certificação da ocorrência de plantas tóxicas em uma determinada região, deve-se realizar um levantamento do histórico dos casos de intoxicação, levando-se em consideração as características da região e a identificação da planta, bem como a realização *post mortem* dos animais que vierem a óbito (CARVALHO, 2014).

Nesse contexto, o conhecimento sobre as espécies de plantas com potencial tóxico se faz necessário para haja uma redução dos prejuízos para os pecuaristas e a diminuição de riscos para a população humana que faz uso de produtos de origem animal. Diante disto, este trabalho teve como objetivo realizar um levantamento de informações sobre as principais plantas tóxicas causadoras de intoxicação em bovinos na microrregião de Salinas, região Norte do estado de Minas Gerais, Brasil, onde predomina o bioma do cerrado mineiro. O cerrado é o segundo maior bioma brasileiro e ocupa uma região de cerca de dois milhões de quilômetros quadrados. O cerrado faz conexões com outros importantes biomas - ao norte, a Amazônia; a nordeste, Caatinga; a sudoeste, Pantanal e a sudeste, Mata Atlântica (Figura 1) - e sofre muitos impactos pela intensa atividade agropecuária.

Figura 1. Principais remanescentes da vegetação nativa do cerrado



2 A PROBLEMÁTICA DAS PLANTAS TÓXICAS PARA BOVINOS

As plantas tóxicas causam grandes prejuízos ao homem, indiretamente à sua saúde ou comprometendo a produtividade dos rebanhos, tanto pela morte dos animais

como pelo emagrecimento e baixo crescimento. Portanto, torna-se de grande importância a identificação das plantas tóxicas invasoras das pastagens (CARVALHO, 2015).

No Brasil é muito frequente a ocorrência de morte súbita nos bovinos, causada por ingestão de plantas tóxicas. Essas mortes repentinas em geral se manifestam sem sinais clínicos previamente identificados e sem evidências macroscópicas significativas (TOKARNIA e DÖBEREINER, 1986). Algumas mortes nos rebanhos bovinos são atribuídas a doenças, como carbúnculo hemático, ou confundidas com picadas de serpentes venenosas, quando o verdadeiro motivo é a ingestão de plantas tóxicas (TOKARNIA et al., 2000). Além disso, existe também algumas crenças presentes na cultura regional que dificultam o diagnóstico dos casos de intoxicação por plantas (CARVALHO e ARRUDA, 2011).

As perdas econômicas ocasionadas pelas intoxicações por plantas podem ser diretas (mortes de animais, diminuição dos índices reprodutivos, redução da produtividade nos animais sobreviventes e outras alterações devidas a doenças transitórias) ou indiretas (custos de controlar as plantas tóxicas nas pastagens, medidas de manejo para evitar as intoxicações, redução do valor da terra, compra de gado para repor os animais mortos, além dos gastos associados ao diagnóstico das intoxicações) (RIET-CORREA et al., 1993). As perdas econômicas causadas pelas intoxicações por plantas são difíceis de serem estimadas, porque não existem dados confiáveis sobre todos esses componentes. No entanto, essas perdas são fáceis de determinar quando dispomos de dados sobre a frequência das causas de mortes dos animais numa determinada região (RIET-CORREA e MEDEIROS, 2001).

Existe uma dificuldade em se estimar os dados quantitativos de mortes ou de animais acometidos devido à carência de dados sistematizados sobre a frequência de mortalidade e as perdas diretas e indiretas, além dos custos de controle e erradicação das plantas, disponibilidade de pastos alternativos, manejos preventivos, entre outros (CARVALHO et al., 2009).

Os principais fatores epidemiológicos relacionados às intoxicações por plantas incluem palatabilidade, fome, sede, facilitação social, desconhecimento da planta, acesso às plantas tóxicas, dose tóxica, período de ingestão, variações de toxicidade e resistência/susceptibilidade dos animais às intoxicações (PESSOA et al., 2013).

Não existe ainda tratamento terapêutico específico e comprovadamente eficaz para a maioria dos casos de intoxicações por plantas, reforçando ainda mais a importância dos métodos de prevenção (TOKARNIA et al., 2000).

O risco à saúde humana provocado pela ingestão de produtos oriundos de animais intoxicados, devido às propriedades cancerígenas dos resíduos tóxicos de algumas plantas, é um risco ainda pouco conhecido pela população. Ainda não existe nenhum

método disponível capaz de identificar os resíduos de plantas tóxicas nos produtos de origem animal (GUIMARAES e CARVALHO, 2014).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento de dados contou com etapas qualitativas e quantitativas, através da aplicação de questionários e visitas a propriedades rurais. Os dados obtidos por meio da aplicação dos questionários foram analisados quantitativamente e a abordagem qualitativa se deu por meio das observações dos pesquisadores frente aos comentários e repostas aos questionamentos apresentados. Os participantes forneceram as informações de forma livre e voluntária. A técnica de amostragem utilizada foi a não-probabilística por conveniência, na qual os elementos da amostra foram selecionados de acordo com os critérios do pesquisador e por características previamente estabelecidas (MARCONI, 1990).

A pesquisa foi realizada, entre os anos de 2013 e 2016, no Estado de Minas Gerais, Brasil, na microrregião de Salinas (Figura 2), que pertencente à mesorregião do Norte de Minas e possui uma área total de 17.837,277 km² de abrangência, sendo composta por 17 municípios: Águas Vermelhas, Berizal, Curral de Dentro, Divisa Alegre, Fruta de Leite, Indaiabira, Montezuma, Ninheira, Novorizonte, Rio Pardo de Minas, Rubelita, Salinas, Santa Cruz de Salinas, Santo Antônio do Retiro, São João do Paraíso, Taiobeiras, Vargem Grande do Rio Pardo.

Figura 2. Microrregião de Salinas, Norte de Minas Gerais, Brasil.



(Fonte: Wikipédia, 2021).

Para o levantamento preliminar de informações, foram realizadas entrevistas com produtores rurais da microrregião de Salinas-MG, que se dedicam à produção de gado bovino. Foi aplicado um questionário estruturado contendo perguntas que incluem a área da propriedade, o número de animais na propriedade, o tipo de assistência técnica utilizada, o uso de inseminação artificial, se houve ocorrência de intoxicação, o número de mortes por intoxicação, os nomes vulgares das plantas tóxicas conhecidas por eles e a época de ocorrência delas, dentre outras informações.

Em uma segunda rodada de levantamento de dados, foram realizadas entrevistas para a aplicação de questionários com instituições envolvidas com a atividade agropecuária e com produtores rurais, bem como visitas a propriedades que se destinam a produção de gado bovino na microrregião de Salinas/MG.

O questionário aplicado às instituições continha perguntas que abrangem questões como o recebimento de queixas de intoxicação e a frequência delas, a existência de mortes e o diagnóstico destas, a sintomatologia apresentada pelos animais e as plantas suspeitas. O questionário destinado aos produtores continha perguntas relacionadas a área da propriedade, número de animais, tipo de assistência técnica, localização dos animais, uso de inseminação artificial, ocorrência de casos de intoxicação, época de ocorrência, números de mortes, consumo dos produtos derivados destes animais, sintomatologia e as plantas presentes na localidade.

Para o georreferenciamento das propriedades acometidas por plantas tóxicas na região, as propriedades visitadas foram demarcadas com as coordenadas geográficas (latitude, longitude e altitude), por meio de um aplicativo de GPS (Sistema de Posicionamento Global). Quando possível, nas propriedades visitadas, foram coletados exemplares das plantas descritas como possíveis causadoras de intoxicação para posterior análise botânica.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A microrregião de Salinas (Figura 2) compõe a mesorregião do Norte de Minas, que é uma das 12 mesorregiões do estado brasileiro de Minas Gerais, que agrupa sete microrregiões (Bocaiuva, Grão Mogol, Janaúba, Januária, Montes Claros, Pirapora e Salinas). Essa é uma região conhecida por ter características de cerrado e do sertão nordestino e pelos seus baixos indicadores sociais. Por outro lado, é uma das regiões mais expressivas culturalmente no Estado de Minas Gerais, com traços sobreviventes da cultura indígena e da cultura africana.

Na etapa preliminar de levantamento de informações, foram aplicados 33 questionários, com produtores rurais dos municípios de Salinas, Fruta de Leite, Indaiabira, Josenópolis, Novorizonte, Rio Pardo de Minas, Santa Cruz, Rubelita e Taiobeiras. Das

33 propriedades dos entrevistados, 18 (54,5%) possuem assistência técnica, sendo em 33,3% por médicos veterinários, 22,2% por zootecnistas e 44,4% por técnicos agrícolas ou agropecuários. Dentre estas propriedades, 42,4% são destinadas a produção de gado para corte, 27,3% são propriedades leiteiras e 30,3% são de atividade mista, corte e leite. As propriedades de atividade mista não usam inseminação artificial. Três, dentre as propriedades de gado de corte, e três dentre as de gado leiteiro (21,4%), usam inseminação artificial, sendo que todas estas possuem assistência técnica conferida por médicos veterinários ou zootecnistas. O número de animais nas propriedades variou de 15 a 800 animais nas propriedades de corte e, de 5 a 100 animais nas de produção de leite. A área dessas propriedades variou de 3 a 600 ha.

Dessas 33 propriedades, 51,5% já tiveram casos de intoxicação de bovinos por plantas tóxicas, nos quais 70,6% culminaram em morte dos animais, sendo que em 52,3% desses casos não houve o diagnóstico para confirmação dos casos de intoxicação por plantas. Os casos de intoxicação relatados ocorreram, em sua maioria (88,2%), na época das secas. As plantas citadas pelos produtores rurais produtores que já tiveram casos de intoxicação em sua propriedade estão apresentadas na Figura 3, sendo a “cafezinho” a mais citada pelos entrevistados.

Na segunda rodada de levantamento de dados foram aplicados questionários com quatro instituições envolvidas com a atividade agropecuária e com 10 produtores rurais, cujas propriedades foram visitadas e georreferenciadas (Figura 4). Todas as 10 propriedades analisadas registraram a ocorrência de casos de intoxicação de bovinos por plantas. As plantas citadas como possíveis causadoras dos casos de intoxicação nestas propriedades estão apresentadas na Tabela 1.

Figura 3. Plantas tóxicas citadas pelos produtores entrevistados que já tiveram casos de intoxicação em sua propriedade.

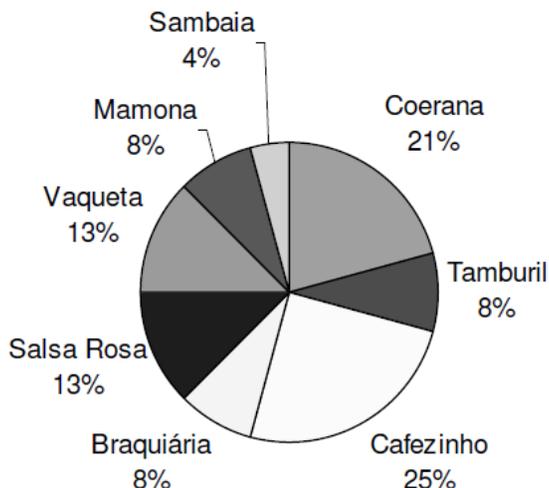
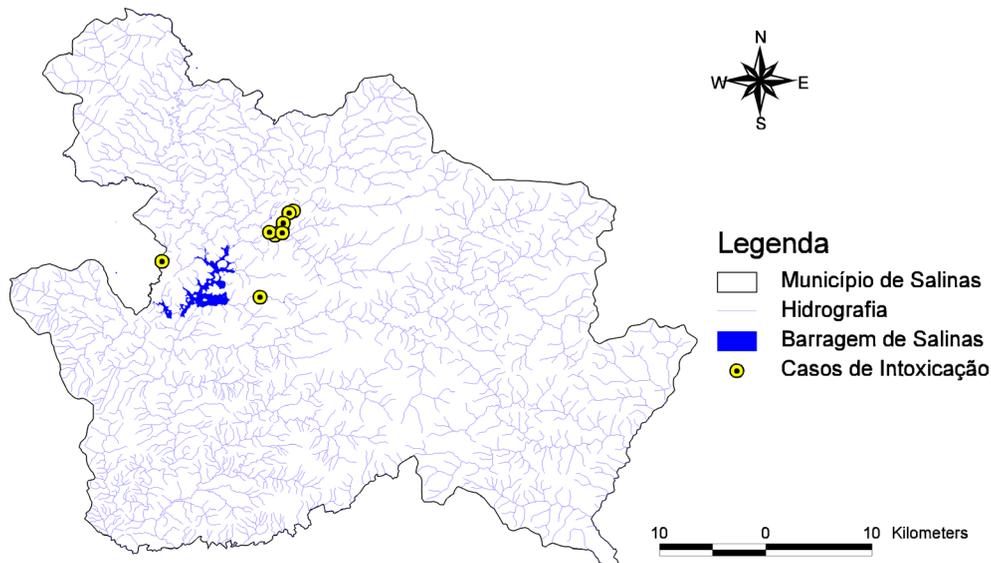


Figura 4. Demarcação das propriedades rurais que registaram casos de intoxicação por plantas, descritos neste estudo.



De acordo com os entrevistados, o período de registro das ocorrências de intoxicações nessas propriedades se deu no intervalo compreendido entre os meses de março a janeiro. Os principais sinais clínicos descritos como sendo apresentados pelos animais acometidos foram: aborto, apatia, prostração, sialorreia, paralisia ruminal, ressecamento fecal, hematoquesia, hematúria, dispneia, arritmia cardíaca, alterações neurológicas, tremores, paraplegia temporária, morte súbita. Os sinais clínicos mais citados foram: sialorreia, timpanismo e aborto, respectivamente. Devido aos constantes casos, os produtores não conseguiram informar a quantidade exata de mortes de animais. Os responsáveis pelas propriedades não souberam relatar se houve consumo de leite ou de carne de algum dos animais intoxicados. Mas, em todos os casos, disseram que não houve consumo da carne dos animais encontrados mortos.

Tabela 1. Plantas citadas pelos entrevistados como causadoras de intoxicação em bovinos em propriedades rurais da microrregião de Salinas, Minas Gerais, Brasil.

Principais nomes vulgares/populares	Nome científico
erva-de-rato, cafezinho, café-bravo, roxona, roxa	<i>Palicourea marcgravii</i>
timbó, tingui, salsa-rosa, rama-amarela, pela-bucho	<i>Mascagnia rigida</i>
mamona, carrapateira, ricino	<i>Ricinus communis.</i>
coerana, baúna, canema, dama-da-noite	<i>Cestrum laevigatum</i>
tamboril, orelha-de-macaco, timbaúba	<i>Enterolobium contorsiliquum</i>
amendoim, chocalho-de-cascavel, guizo-de-cascavel, xique-xique	<i>Crotalaria sp.</i>

Principais nomes vulgares/populares	Nome científico
oficial-de-sala, capitão-de-sala, leiteira, paina-de-sapo	<i>Asclepias curassavica</i>
vaqueta, sipaúba ou cipaúba	<i>Combretum glaucocarpum</i> (<i>Thiloa glaucocarpa</i>)
samambaia, samambaia-do-campo	<i>Pteridium aquilinum</i>

As espécies de plantas citadas pelos produtores são de ocorrência no estado de Minas Gerais (CARVALHO e ARRUDA, 2011) e, o período de seca é a principal época de maior ocorrência das intoxicações na região. Os problemas de intoxicação por plantas ocorrem eventualmente em qualquer época do ano e agravam-se na época da seca ou após queimadas, quando a falta de alimentos obriga os animais a ingerir essas plantas (CARVALHO et al., 2009).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A intensa atividade pecuária, praticada de forma extensiva e semi-intensiva na região, juntamente com o clima, incidência pluviométrica e tipo de solos favorecem para a ocorrência de casos de intoxicação por plantas. Dessa forma, este estudo pioneiro na região caracterizou preliminarmente os tipos de plantas tóxicas existentes e identificou as áreas com maior incidência destas, relacionando-as aos casos registrados na região estudada.

As espécies de plantas citadas pelos produtores e a época das intoxicações coincidem com a realidade regional. É de grande importância identificar as plantas tóxicas e observar as características regionais para se evitar a ocorrência de casos de intoxicação, bem como estabelecer diagnósticos precisos dos casos suspeitos e a prevenção da ocorrência de novos casos, reduzindo os índices de mortalidade em bovinos na região, diminuindo assim as perdas econômicas e os riscos à saúde da população.

Os resultados aqui apresentados constituem informações importantes para os produtores rurais, Técnicos Agrícolas e Agropecuários e demais profissionais das Ciências Agrárias (Médicos Veterinários, Zootecnistas e Engenheiros Agrônomos) que atuam na região, de forma a auxiliar na adoção de medidas de controle e erradicação das plantas tóxicas em propriedades acometidas, bem como subsidiar ações futuras.

6 AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Iniciação Científica do IFNMG, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão das bolsas de iniciação científica fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa e para a expansão do conhecimento técnico e científico na região.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Raquel Ribeiro; RIBEIRO FILHO, Martin Rodrigues; SILVA, Idalécio Pacifico da; Soto-Blanco, BENITO. Plantas tóxicas de interesse pecuário: importância e formas de estudo. **Acta Veterinária Brasileira**, v.1, n.1, p.1-7, 2007.

CARVALHO, Gabriel Domingos; ARRUDA, Viviane Modesto. **Caderno sobre Plantas Tóxicas: Principais Plantas Tóxicas Causadoras de Morte Súbita em Bovinos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. Disponível em: <<http://www.sunnet.com.br/biblioteca/livros-etextos/caderno-das-plantas-toxicas.pdf>>. Acesso em: 20 Jan 2020.

CARVALHO, Gabriel Domingos. **Plantas Tóxicas na Bovinocultura Leiteira**. In: José Carlos Peixoto Modesto da Silva; Cristina Mattos Veloso; Marcia de Oliveira Franco; André Soares de Oliveira. (Org.). *Manejo e Administração em Bovinocultura Leiteira*. 2ª ed. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora, 2014, v.1, p.475-485.

CARVALHO, Gabriel Domingos. **Plantas Tóxicas para Bovinos: conhecer para prevenir**. Viçosa: Saarbrücken: Novas Edições Acadêmicas, 2015.

CARVALHO, Gabriel Domingos; NUNES, Louisiane de Carvalho; BRAGANÇA, Horlandezan Belirdes Nippes; PORFÍRIO, Lenir Cardoso. Principais plantas tóxicas causadoras de morte súbita em bovinos no Estado do Espírito Santo – Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v.58(R), p.87-98, 2009.

GUIMARAES, Raniella; CARVALHO, Gabriel Domingos. *Pteridium aquilinum*: Importância para Saúde Pública. **Pubvet**, v.8, Art.1707, 2014.

ISPN. Instituto Sociedade, População e Natureza. **Cerrado**. Disponível em: <<https://ispn.org.br>>. Acesso em: 01 Maio 2016.

MARCONI, Marina de Andrade. **Técnicas de Pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostras e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. São Paulo: Atlas, 1990.

PESSOA, Clarice R.M.; MEDEIROS, Rosane M.T.; RIET-CORREA, Franklin. Importância econômica, epidemiologia e controle das intoxicações por plantas no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.33, n.6, p.752-758, 2013.

RIET-CORREA, Franklin; MEDEIROS, Rosane M.T. Intoxicações por plantas em ruminantes no Brasil e no Uruguai: importância econômica, controle e riscos para a saúde pública. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.21, p.38-42, 2001.

RIET-CORREA, Franklin.; MENDEZ, M.C.; SCHILD, A. L. **Intoxicações por plantas e micotoxícoses em animais domésticos**: Editorial Hemisfério Sul, Montevideo, 1993. 340 p.

SIMÕES, Cláudia Maria Oliveira; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. **Farmacognosia**: da planta ao medicamento. 5ª ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFSC, 2003.

TOKARNIA, Carlos Hubinger; DÖBEREINER, Jürgen. Intoxicação por *Palicourea marcgravii* (Rubiaceae) em bovinos no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.6, n.3, p.73-92, 1986.

TOKARNIA, Carlos Hubinger; DÖBEREINER, Jürgen; PEIXOTO, Paulo V. **Plantas Tóxicas do Brasil**. Rio de Janeiro: Helianthus, 2000.

WIKIPEDIA. Enciclopédia livre. **Minas Gerais Micro Salinas**. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:MinasGerais_Micro_Salinas.svg#filehistory>. Acesso em: 22 Jan 2021.

CAPÍTULO 20

CONTRIBUCIONES DE LA ETNOZOOTECNIA AL ESTUDIO DE LOS RUMIANTES MENORES

Data de submissão: 01/02/2021

Data de aceite: 24/02/2021

Michel Victor Hubert Hick

IRNASUS, UE CONICET

Universidad Católica de Córdoba

Universidad Nacional de La Rioja

Argentina

<https://orcid.org/0000-0002-9321-9313>

https://www.researchgate.net/profile/Michel_Hick

Eduardo Narciso Frank

IRNASUS, UE CONICET

Universidad Católica de Córdoba

Universidad Nacional de La Rioja

Argentina

<https://orcid.org/0000-0001-7860-3563>

https://www.researchgate.net/profile/Frank_Eduardo

ello existen metodologías demográficas de relevamiento como son la Estructura Poblacional basada en características morfológicas, biométricas y productivas. Es interesante introducir conceptos zootécnicos superadores y prácticos que se apliquen en poblaciones y regiones donde se cría ganado tradicional, local/autóctono y que se denominan ganado criollo, SRD o BSE como es el caso de los rumiantes menores (ovinos, caprinos y camélidos). Ello sin dejar de lado el concepto clásico que se aplica sobre todo a poblaciones de países desarrollados basado en un estándar racial, registros genealógicos y productivos y respaldo de una asociación de criadores. Un concepto de raza interesante de aplicar es aquel de un grupo de animales domésticos el cual se haya separado geográficamente y/o culturalmente de grupos fenotípicamente similares conduciendo a la aceptación de su identidad separada. También como concepto equivalente y desprovisto de toda connotación se propone la utilización del término tipo biológico o biotipo como un grupo de animales con genotipos similares para caracteres de interés. Finalmente se propone diferentes estadios pos-domesticación de las poblaciones domésticas, donde es un primer estado están las poblaciones primarias o razas tradicionales o locales. Luego a partir de ellas se originarían todas las poblaciones

RESUMEN: En los orígenes de la Zootecnia a mediados del siglo XVIII, la Etnozootecnia fue el objetivo central de dicha ciencia. Actualmente comprende el estudio tanto especies animales domésticas (razas) como silvestres, no solo la cantidad de formas presentes en cada especie sino de la diversidad de individuos que integran una determinada población animal. Para

estandarizadas o razas propiamente dichas en sentido clásico, incluyendo desde las poco a las más difundidas o comerciales. Y en un último estado, estarían razas o líneas derivadas de cualquiera de las anteriores: las líneas o razas mendelianas, sintéticas o compuestas, especializadas o endogámicas, transgénicas y experimentales.

PALABRAS CLAVES: Raza. Primariedad. Ovinos. Caprinos. Camélidos.

CONTRIBUTIONS OF ETHNOZOOTECHNICS TO SMALL RUMINANTS STUDY

ABSTRACT: In the origins of Zootechnics in the mid-18th century, Ethnozootecnics was the central objective of this Science. Currently, it includes the study both domestic (breeds) and wild animal species, not only the number of forms present in each species but also the diversity of individuals that make up a certain animal population. For this, there are demographic survey methodologies such as the Population Structure based on morphological, biometric and productive characteristics. It is interesting to introduce superior and practical zootechnical concepts that are applied in populations and regions where traditional, local/autochthonous livestock are raised and that are called Creole, SRD or BSE, as is the case with small ruminants (ovines, caprine and camelids). This without leaving aside the classic concept that is applied above all to populations of developed Countries based on a standard breed, genealogical and productive records and support from breeders associations. An interesting breed concept to apply is that of a group of domestic animals which has been geographically and/or culturally discriminated from others phenotypically similar groups leading to the acceptance of their identity in separated form. Also, as an equivalent concept devoid of any connotation, the use of the term biological type or biotype is proposed as a group of animals with similar genotypes for characters of interest. Finally, different categories or post-domestication stages of domestic populations are proposed, where the primary populations or traditional or local races are a first state. Then from them would originate all standardized populations or races properly speaking in the classical sense, including from the few to the most widespread or commercial. And in a last state, there would be the races or lines derived from any of the previous. Mendelian, synthetic or compound, specialized or inbred, transgenic and experimental races or lines.

KEYWORDS: Race. Primarity. Ovinos. Caprine. Camelids.

1 INTRODUCCIÓN

En los orígenes de la Zootecnia a mediados del siglo XVIII, la Etnozootecnia fue el objetivo central de dicha ciencia y tenía por objetivo el estudio de las razas animales. La Etnozootecnia actualmente comprende el estudio de las especies animales tanto domésticas (razas) como silvestres, de las cuales se obtienen productos zógenos mediante la aplicación de diferentes herramientas de manejo (animales de interés

zootécnico). En la modernidad, si bien la Zootecnia en su evolución ha incorporado el estudio de las bases biológicas de la producción animal y su función económica, sigue siendo de interés realizar estudios etnozootécnicos que partan de una descripción de las características morfológicas, biométricas, productivas, etc. de los individuos que integran una determinada población animal (Hick, 2015; Hick, 2018).

En el marco de la Etnozootecnia moderna y del estudio de los rumiantes menores, la presente revisión se introducirán conceptos zootécnicos superadores y prácticos que se apliquen a poblaciones y regiones donde se cría ganado autóctono como los Camélidos Sudamericanos domésticos (Llamas y Alpacas) en el área andina de Sudamérica o ganado introducido hace ya cinco siglos como el ovino y caprino se considera un ganado tradicional o local, denominado genéricamente “criollo”. Este ganado carece en la mayoría de las veces de control de sus variables productivas más elementales.

2 EL CONCEPTO DE RAZA Y BIOTIPO

El caso del concepto de raza ha ido evolucionando y siendo más abarcador e integrador. El concepto clásico con un enfoque burocrático y comercial, es aquél que se aplica sobre todo a poblaciones de países desarrollados y se basa genéricamente en la definición de un estándar racial, la implementación de registros (genealógicos y productivos) y el respaldo de una asociación de criadores. Un concepto de raza interesante de aplicar es aquel que tiene en cuenta aspectos socio-económicos y culturales donde se puede definir como un grupo de animales domésticos el cual se haya separado geográficamente y/o culturalmente de grupos fenotípicamente similares que ha conducido a la aceptación de su identidad separada (Renieri, Frank, Rosati y Macías Serrano, 2008; Renieri, Frank, Rosati y Antonini, 2009; FAO, 2012; Hick, 2018). Como un concepto integrador de raza, FAO (2012), propone que una población de animales domésticos puede considerarse una raza si los animales cumplen los criterios de estar sujetos a un patrón de utilización común, comparten un hábitat o área de distribución común, representan en gran parte un grupo genético cerrado y son considerados distintos por sus criadores.

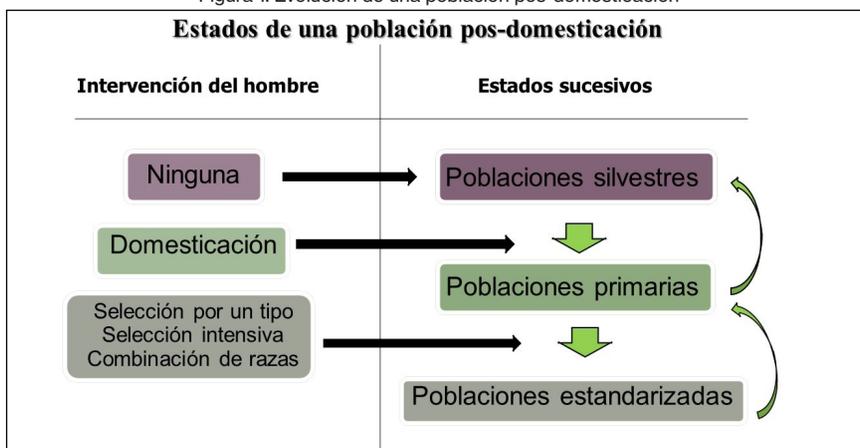
Finalmente, como concepto equivalente, y desprovisto de toda connotación, se propone la utilización del término *tipo biológico* o *biotipo* para referirse a una población de interés zootécnico en el sentido que lo hace Bourdon (2000): como un grupo de animales con genotipos similares para caracteres de interés. Por tanto, el estudio de

biotipos requiere definir caracteres y, por consiguiente, criterios etnozootécnicos para describir y clasificar las especies de interés zootécnico. Además, dichos caracteres pueden constituir objetivos de selección y/o criterios de selección en el mejoramiento genético. Podemos mencionar los caracteres morfológicos (piel, mucosas, anexos cutáneos, conformación y topografía), los caracteres funcionales (temperamento y productos zoógenos o aptitud productiva), los caracteres patológicos (genéticos y ambientales) y los caracteres productivos o de desempeño (reproductivos, producción de carne, leche, fibra y huevos, trabajo, valor escénico y medicinales) (Guichandut, 1975; Lauvergne, 1978; Pieramati *et al.*, 1995; Herrera, 2003). Aquí cabe señalar dos cuestiones: el concepto de biotipo podría extenderse a las especies silvestres, siendo dicho concepto aún más amplio. Por otra parte, la Zootecnia clásica o tradicional toma al biotipo como equivalente al de aptitud productiva, cuando en realidad esté último puede ser uno de los caracteres que pueden definir al biotipo, además de la relación genética entre sus componentes.

3 LA EVOLUCIÓN DE UNA POBLACIÓN POS-DOMESTICACIÓN

La presente revisión se basa en un enfoque etnozootécnico moderno y práctico que propone diferentes categorías o estadios pos-domesticación de las poblaciones domésticas (Figura 1). Como poblaciones tradicionales, arcaicas o primarias se entiende aquellas que han sido conservadas en los primeros niveles post-domesticación, por lo que presentan una gran variabilidad en sus caracteres: caracteres morfológicos y biométricos, sobre todo de los caracteres de efecto visible. A partir de estas poblaciones primarias es que se fueron obteniendo poblaciones estandarizadas (las razas propiamente dichas o en sentido clásico) ya que estas fueron respondiendo a un proceso de estandarización, es decir seleccionadas en función de ciertos criterios específicos. El proceso de estandarización implica la selección de animales en función de ciertos caracteres etnozootécnicos lo que redundará en una homogenización visible de la población y genéticamente en una posible homocigosis (Lauvergne, 1994 y 1996; Renieri *et al.*, 2008; Renieri *et al.*, 2009). Un proceso inverso también podría ser concebido ya que una población estandarizada podría originar luego nuevamente una población primaria por varios motivos como, por ejemplo, por procesos de mestización parciales o combinaciones de razas estandarizadas sin un objetivo o por azar. Y así también una población recupera su estado silvestre o se “acimarrona” (feral) cuando deja de operar la selección artificial o se dan cruzamientos con las formas o biotipos silvestres (introgresión).

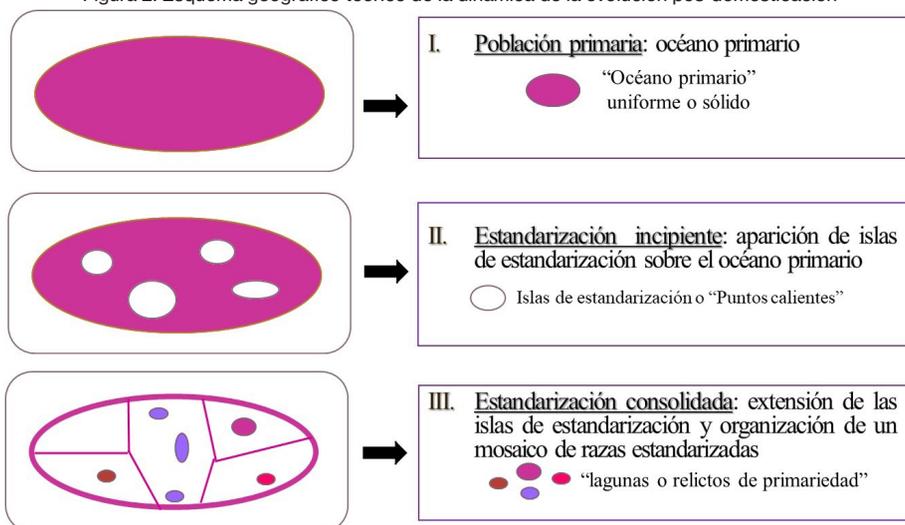
Figura 1: Evolución de una población pos-domesticación



Adaptación por Hick (2018) en base a Lauvergne (1994; 1996)

En el mismo enfoque etnozootécnico, Lauvergne (1996) describe la evolución de una población pos-domesticación mediante un esquema geográfico teórico (Figura 2). En dicho esquema en una primera situación la población primaria estaría representada, en un todo, por un “océano primario”. En una segunda situación se observa un proceso de estandarización incipiente mediante la aparición de islas de estandarización o “puntos calientes” sobre el océano primario. Por último, en una tercera situación, se observa una estandarización consolidada lograda mediante la extensión de las islas de estandarización y dando lugar a la organización de una población conformada por un mosaico de razas estandarizadas y en algunos casos la existencia, dentro de algunas piezas de dicho mosaico, de “lagunas” o “relictos” de primariedad.

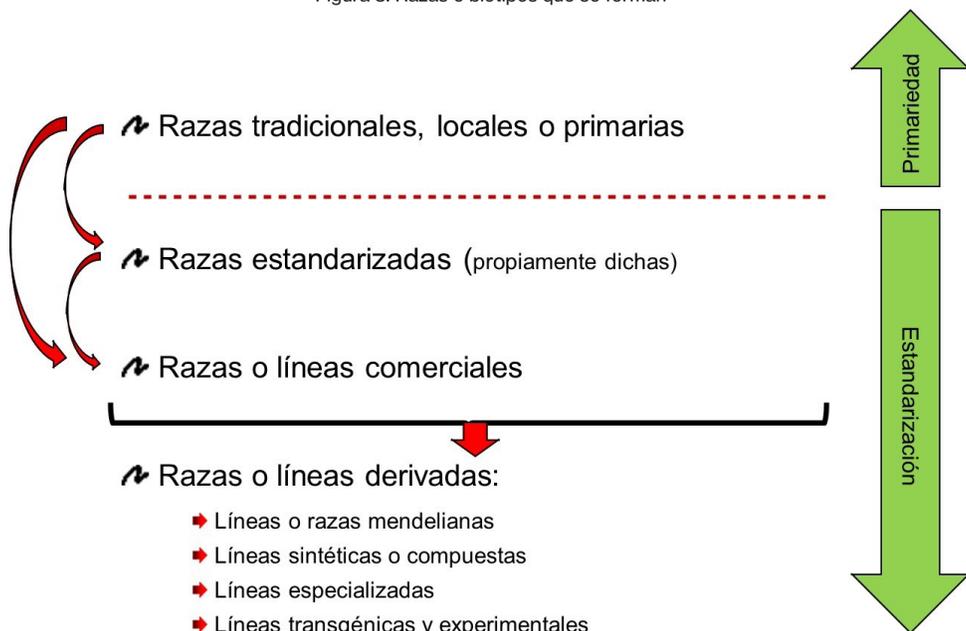
Figura 2: Esquema geográfico teórico de la dinámica de la evolución pos-domesticación



Adaptación por Hick (2018) en base a Lauvergne (1996)

A partir de las categorías o estadios pos-domesticación de las poblaciones domésticas y de los conceptos de raza y biotipo señalados, se puede señalar un esquema de diferentes razas o biotipos que se originan (Figura 3). El grupo de razas tradicionales, locales o primarias en un primer estado, en segundo lugar y originadas de estas últimas el grupo de razas estandarizadas propiamente dichas, en tercer lugar un grupo estandarizado de razas o líneas comerciales originadas del segundo grupo o inclusive del primero, y un cuarto grupo estandarizado de razas o líneas derivadas de cualquiera de los anteriores y conformado por: líneas o razas mendelianas (seleccionadas por una o algunas pocas características), líneas sintéticas o compuestas que derivan del cruzamiento de razas estandarizadas o seleccionadas, líneas especializadas o endogámicas (obtenidas por selección intensiva o endocría) y líneas transgénicas y experimentales. Dicho esquema surge de lo propuesto por Lauvergne (1994), Tixier-Boichard, Ayalew y Jianlin (2007) e incorporado por FAO (2012) de manera genérica para toda población animal. En tanto Lauvergne (1996) y Renieri *et al.* (2009) extienden dicho esquema a los Camélidos Sudamericanos domésticos y lo discuten para una mejor comprensión. Finalmente, se aplica a poblaciones de Camélidos Sudamericanos domésticos, ovinos y caprinos del territorio argentino (Hick, 2015; 2018).

Figura 3: Razas o biotipos que se forman



Adaptación por Hick (2018) en base a Lauvergne (1994; 1996); Tixier-Boichard, Ayalew y Jianlin (2007) y Renieri *et al.* (2009)

A continuación, se enumeran características que describen las razas o biotipos que se forman en la evolución de una población pos-domesticación, como propuesta para la comprensión de la diversidad fenotípica e inclusive para la caracterización de los recursos zoogenéticos (adaptado de Lauvergne 1994; 1996; Tixier-Boichard Ayalew y Jianlin, 2007 y Renieri *et al.*, 2009).

Razas tradicionales o primarias (poblaciones): estas poblaciones surgieron pos-domesticación y se mantuvieron en los primeros niveles posteriores a dicho evento. Son principalmente locales y manejadas por campesinos de comunidades tradicionales u originales. El pedigrí puede ser parcialmente conocido y hay ausencia de asociaciones de criadores. Exhiben a menudo gran diversidad fenotípica, sobretudo en sus caracteres morfológicos y biométricos de “efecto visible”, con baja intensidad de selección; pero pueden estar sujetos a una alta presión de selección natural y se consideran adaptadas a su medio ambiente. Sus estructuras genéticas están principalmente influenciadas por eventos de migración y mutaciones los cuales se seleccionan en contra de la naturaleza y se acumulan. El tamaño de la población es generalmente grande (lo que lo salvaguarda de la erosión genética).

Las razas tradicionales o poblaciones primarias también se denominan como arcaicas. No obstante, esta denominación, así como la de población o biotipo primitivo si bien son equivalentes, generan en los campesinos, productores e inclusive en técnicos o profesionales reacciones antagónicas, ya que toman a dichas denominaciones como descalificativas hacia el recurso zoogenético y sus criadores. Ejemplo de ello son las reacciones de criadores de caprinos en el norte del África (J.J. Lauvergne, comunicación personal) o una referencia como desvalorización en ovinos (Peña, López, Abbiati, Género y Martínez, 2017).

Por otra parte, correspondería incluir en esta categoría al ganado tradicional, local y/o autóctono y que en especies como ovino y caprino se denominan genéricamente como ganado “criollo” o en Brasil las poblaciones o razas denominadas como “SRD” (*sem raça definida*) (Hick, 2018). Esta última denominación que utiliza un acrónimo o sigla, sería la más desprovista de todo tipo de connotación tanto zootécnica como cultural. Por ello a las razas tradicionales o poblaciones primarias se recomendaría denominar como biotipos (razas) o poblaciones sin estándar o no estandarizadas. El acrónimo o sigla alternativo propuesto sería el de “BSE” o “PNE”.

Razas estandarizadas: obtenidas a partir de poblaciones tradicionales por aislamiento geográfico o selección. Creadas por parte de una agrupación de criadores, seleccionadas por características morfológicas e incluidas en un listado reconocido de

características raciales (estándar). El pedigrí es parcialmente conocido. Exhiben menos diversidad fenotípica, ya que se seleccionan para alcanzar los estándares fenotípicos preestablecidos (uniformidad exterior o de caracteres visibles). La estructura genética puede estar influida por importantes efectos fundadores. El tamaño de la población puede ser grande o pequeño dependiendo de la evolución de la raza y la asociación de criadores. La situación más común es la última, por lo tanto, están afectados en su baja variabilidad genética a la cual se agrega a menudo un esquema de apareamiento consanguíneo.

Razas comerciales: Estas son obtenidas a partir de razas estandarizadas o de poblaciones tradicionales mediante un objetivo de mejoramiento económico y el uso de métodos de genética cuantitativa. Los criadores se organizan para el registro de pedigrí y de desempeño, y los animales seleccionados se utilizan en o entre majadas o rodeos. El pedigrí es generalmente conocido. La endogamia aumenta como consecuencia de la alta intensidad de selección y un esquema de apareamiento cerrado con pocos reproductores intervinientes. Se pueden usar marcadores moleculares, por ejemplo, para pruebas de parentesco y/o para la identificación de genes que regulan el desempeño. El tamaño de la población es generalmente grande.

Razas/líneas derivadas: son diferentes tipos que surgen del uso de métodos de mejoramiento específicos de diferente complejidad, en las cuales podemos encontrar: i) razas mendelianas seleccionadas por una o algunas pocas características a partir de cualquiera de las anteriores categorías; ii) razas sintéticas o compuestas que derivan del cruzamiento de razas estandarizadas o seleccionadas, y exhiben un alto nivel de variabilidad genética al inicio que luego tienen a reducirse por una nueva selección o estandarización; incluye los procesos de “mestizaje”. iii) razas y líneas endogámicas que son obtenidas por endocría, son altamente especializadas y exhiben baja variabilidad genética; iv) Las líneas transgénicas y experimentales seleccionadas.

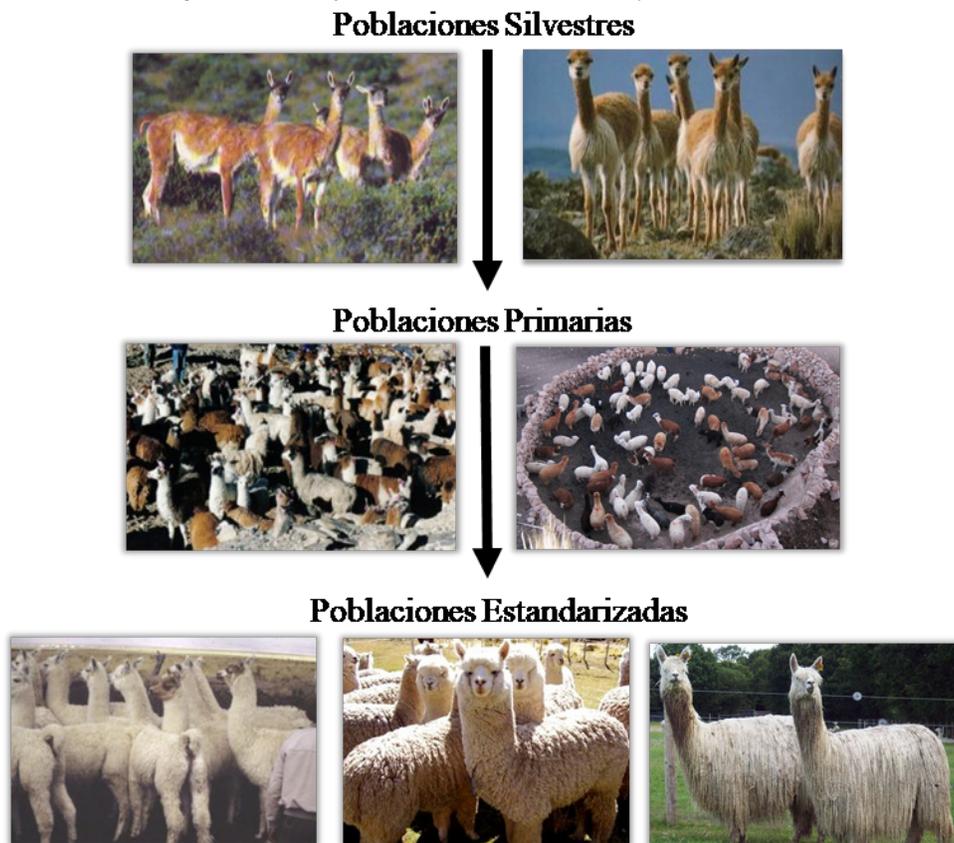
El tamaño de la población es generalmente limitado, excepto para las líneas sintéticas.

4 SITUACIÓN DE LOS RUMIANTES MENORES (CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS DOMÉSTICOS, OVINOS Y CAPRINOS)

Entre los caracteres etnozootécnicos de gran variabilidad en los rumiantes menores y como criterios de estandarización utilizados, se encuentran las características de la fibra: el *tipo de vellón* y el *fenotipo de color* (Bonacini, Lauvergne, Succi et Rognoni, 1982; Lauvergne, Renieri and Audiot, 1987; Lauvergne, 1994). Por tanto, dichos caracteres son tenidos en cuenta fundamentalmente para ilustrar de manera didáctica, la evolución y estadios etnozootécnicos de una población.

Las Figuras 4, 5 y 6 ilustran respectivamente de manera didáctica, la evolución y estadios etnozootécnicos de una población Camélida, ovina y caprina respectivamente, donde a modo de ejemplo tenemos en dichas figuras un carácter etnozootécnico observable, que es el *diseño de la mancha blanca*. En la población silvestre toda la población posee el mismo diseño o tipo debido al proceso de selección natural y especiación. En las poblaciones primarias se pueden observar mucha de las variantes fenotípicas de diseño o tipo de mancha, que van desde el blanco total pasando por diferentes manchas (de diferentes extensiones pequeñas o marcas, regulares e irregulares, uniformes o “pintados”) hasta la ausencia total (sin mancha). En cambio, en las poblaciones estandarizadas o en proceso avanzado de estandarización se observa solo una variante fenotípica o en su defecto de manera predominante. En este caso el diseño de mancha es el totalmente blanco.

Figura 4: Evolución y estadios etnozootécnicos de una población camélida



Hick (2018)

Figura 5: Evolución y estadios etnozootécnicos de una población ovina

Poblaciones Silvestres



Poblaciones Primarias

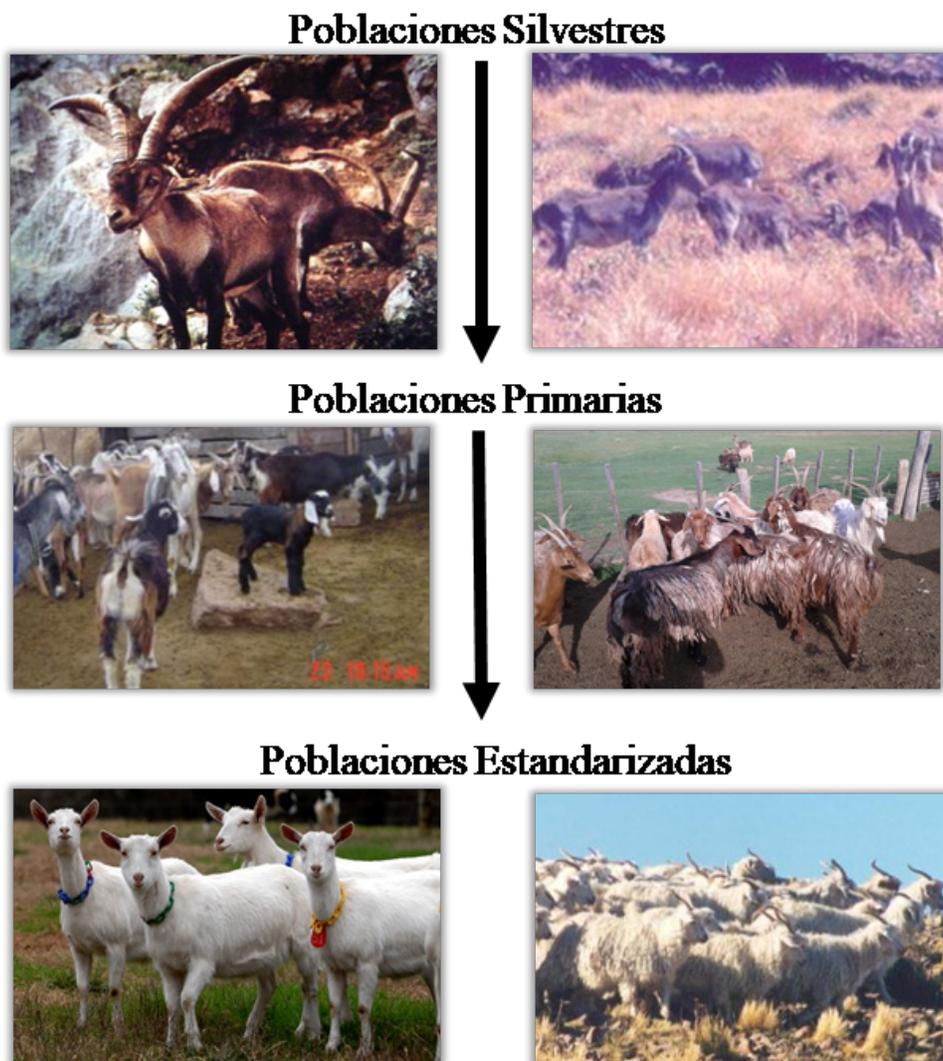


Poblaciones Estandarizadas



Hick (2018)

Figura 6: Evolución y estadios etnozootécnicos de una población caprina



Hick (2018)

En el primer nivel o estado de población primaria o no estandarizada puede considerarse a la mayoría de la población de Camélidos sudamericanos domésticos que responden al biotipo llama y en el caso de las poblaciones que responden al biotipo alpaca suri y huacaya al nivel de poblaciones estandarizadas del tipo de líneas o razas mendelianas (Renieri *et al.*, 2009; Hick, 2018; Hick *et al.*, 2019). Ahora bien, en la población de llamas, se ha podido identificar varios biotipos con sus respectivas características como cobertura, conformación y otros aspectos morfológicos (tipo de oreja y cuello). Dichos biotipos reciben denominaciones variables según las regiones. Primero Maquera

Llano (1991) y Morales Zenteno (1997) para la población de llama boliviana y a partir de ello Frank (2001), Hick (2015) y Hick *et al.* (2019) para la población argentina, citan a los biotipos Kara (pelado) y Chaku (calzado) junto a variantes intermedias. Estos biotipos en muchos casos se encuentran en una misma tropa y por tanto no cuentan con un aislamiento reproductivo y genético. No obstante, existen casos bien estudiados donde predomina alguno en particular debido a un proceso de selección (Hick *et al.*, 2019) y ello puede considerarse como un proceso de estandarización incipiente como lo señala Lauvergne (1996) y esquematizado previamente en la Figura 2.

En el caso de la población ovina, así como ocurre a nivel mundial, en el territorio argentino la mayoría de la población se encuentra con diferente grado de estandarización (razas estandarizadas propiamente dichas, razas comerciales y razas/líneas derivadas sobre todo del tipo sintéticas o compuestas). Es el caso de los biotipos Merino y Corriedale. No obstante, subsisten poblaciones o relictos de primariedad en numerosas áreas como lo determinaron Monzón *et al.* (2012), Hick (2015), De La Rosa Carabajal (2016), Peña *et al.* (2017) y Hick (2018) para varias regiones del territorio nacional.

En el caso de la población caprina se da una situación inversa, donde la mayoría de la población mundial y también del territorio argentino se encuentra en el nivel o estado de población primaria o no estandarizada (Hick, 2018). En algunos casos a partir de los relevados por Hick (2015), se puede determinar la existencia de poblaciones con diferente grado de variabilidad, pero con algún principio de estandarización a partir de su adaptación a los sistemas de producción y su ambiente. Ello también se puede inferir a partir de los resultados obtenidos por Lanari *et al.* (2019). Así se pueden mencionar la existencia de biotipos criollos “pelados” y “peludos” según su cobertura. No obstante, existe una población importante que responde a un biotipo estandarizado con cobertura como es la cabra de Angora.

5 AGRADECIMIENTOS

Los autores forman parte del equipo de trabajo de la Red SUPPRAD de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Católica de Córdoba. Este documento surge en el marco de la cooperación y formación realizada en los inicios con los docentes investigadores Prof. Jean Jaques Lauvergne del INRA de Francia y Prof. Carlo Renieri de la Universidad de Camerino de Italia. Sus enfoques y aportes fueron trascendentales para la temática abordada en el presente documento. Los conocimientos fueron vertidos en primer lugar en las Tesis Doctorales de los autores y posteriormente fueron abarcados y expuestos en el V Módulo *Demografía zootécnica aplicada a poblaciones productoras de*

fibra en el marco de la primera edición de la *Diplomatura en Producción de fibras textiles*. Dicho módulo fue dictado en mayo de 2018 en la de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Católica de Córdoba.

REFERENCIAS

BONACINI, I.; LAUVERGNE, J.J.; SUCCI, G.; ROGNONI, G. **Etude du profil génétique des ovins de l'Arc Alpin italien à l'aide de marqueurs génétiques à effect visibles**. Ann. Génét. Sél. anim., California, v. 14, n. 4, p. 417-434, Sept. 1982.

BOURDON, R.M. **Understand Animal Breeding**. 2nd Ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2000. 538 p.

DE LA ROSA CARABAJAL, S.A. **Caracterización fenotípica de la oveja criolla del oeste formoseño y de su sistema de producción**. 2016. 113. Tesis Doctorado en Ciencias Veterinarias - Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Nordeste, Argentina.

FAO. **Realización de encuestas y seguimiento de los recursos zoogenéticos**. Directrices FAO: Producción y sanidad animal. No. 7. Roma, 2012. 170 p.

GUICHANDUT, J.J. **Elementos de Zootecnia General**. Tomo I. Univ. Nac. de La Plata. Fac. Ciencias Veterinarias. Rev. del Estudiante. 1975. 226 p.

HERRERA, M. 2003. Criterios etnozootécnicos para la definición de las poblaciones animales. **Libro de Actas del V Congreso de la Sociedad Española de Recursos Genéticos Animales (SERGA) y III Congreso Ibérico sobre Recursos Genéticos Animales (SPREGA)** Madrid: SERGA. 2003. p. 41-48. En: http://www.uco.es/investiga/grupos/cora/cora_content.html. Consulta: 17/08/2010.

HICK, M.H.V. **Demografía zootécnica aplicada a poblaciones productoras de fibra**. Módulo V de la Diplomatura en producción de fibras textiles. Córdoba: Universidad Católica de Córdoba – Fundación Jean Sonet. 2018. 24 p. Disponible en: <http://pa.bibdigital.uccor.edu.ar/id/eprint/1656>. Consulta: 09/02/2001.

HICK, M.V.H. **Caracterización etnozootécnica de poblaciones primarias (criollas) de ovinos, caprinos y Camélidos domésticos productores de fibra**. 2015. 207p. Tesis Doctorado en Ciencias Agropecuarias - Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Católica de Córdoba. Córdoba, Argentina. Disponible en: http://pa.bibdigital.uccor.edu.ar/137/1/TD_Hick.pdf. Consulta: 09/02/2021.

HICK, M.V.H.; FRANK, E.N.; MAMANI CATO, R.H. **Demografía zootécnica aplicada a los Camélidos Sudamericanos domésticos**. Mauritius: Editorial Académica Española. 2019. 79 p.

LANARI M.R.; GIOVANNINI N.; MAIZÓN D.O.; DEZA C.; BEDOTTI D.O.; DE LA ROSA CARBAJAL S.A.; VERA T.A.; RICARTE R.A.; MEZZADRA C.A. **Diversidad de razas caprinas criollas en Argentina**. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal. n. 13, p. 28-40. 2019.

LAUVERGNE, J.J. Characterization of domesticated genetic resources of Camelids: a new approach. **Proceedings European Symposium on SACs**. Gerken, M. and C. Renieri (Eds). 1994. p. 59-65. Università degli Studi dei Camerino, Camerino, Italia.

LAUVERGNE, J.J. Clasificación de los recursos genéticos de los mamíferos domésticos con extensión a los Camélidos Sudamericanos. **Actas 1º Seminario Internacional de Camélidos Sudamericanos domésticos**. 1996. p. 59-67. Università degli Studi dei Camerino, Camerino, Italia.

LAUVERGNE, J.J. **Utilisation des marqueurs génétiques pour l'étude de l'origine et de l'évolution du mouton domestique**. Ethnozootecnie. n. 21, p. 17-23. 1978

- LAUVERGNE, J.J.; RENIERI, C; AUDIOT, A. **Estimating erosion of fenotypic variation in a French goat population.** The Journal oh Heredity. n. 78, p. 307-314. 1987.
- MAQUERA LLANO, E. 1991. **Persistencia fenotípica y caracterización de los tipos de Llama Kara y Lanuda.** 1991. 103p. Tesis de Mg. Sc. Prod. Anim. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- MONZÓN, M., LANARI, M. R., LÓPEZ, S., ZUBIZARRETA, J. L., SUBIABRE, M. 2012. **Caracterización de sistemas ovinos criollos en Patagonia.** INTA. 13 p. Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/caracterizacion-de-sistemas-ovinos-criollos> . Consulta: 09/02/2021.
- MORALES ZENTENO, R. **Tipos de Llama en el altiplano boliviano.** Oruro, Bolivia. UNEPCA 1997. 29 p.
- PEÑA, S.; LÓPEZ, G.A.; ABBIATI, N.N.; GÉNERO, E.R.; MARTÍNEZ, R.D. **Caracterización de ovinos Criollos argentinos utilizando índices zoométricos.** Arch. Zootec. v. 66, n. 254, p. 263-270. 2017.
- PIERAMATI, C.; RENIERI, C.; RONCHI, B.; SILVESTRELLI, M. **Appunti di Etnografia e demografia zootecnica.** Instituto de Produzioni Animali, Facoltà di Medicina Vetrinaria, Univ. degli Studi di Perugia. 1995. 123 p.
- RENIERI, C.; FRANK, E.N.; ROSATI, A.Y.; ANTONINI, M. **Definición de razas en llamas y alpacas.** Animal Genetic Resources Information, Roma. n. 45: p 45–54. 2009.
- RENIERI, C.; FRANK, E.N.; ROSATI, A.Y.; MACIAS SERRANO, J.A. El concepto de raza en zootecnia y su aplicación a la llama y a la alpaca. In: Frank, E.N., Antonini, M. y Toro, O. (Eds). **South American Camelids research.** Wageningen, Wageningen Academic Publishers. Vol. II. 2008. P. 233-251.
- TIXIER-BOICHARD, M., AYALEW, W.; JIANLIN, H. **Inventory, characterization and monitoring.** Animal Genetic Resources Information, Roma. n. 42: p 29–47. 2007.

CAPÍTULO 21

PESQUISA EM APICULTURA: DUAS DÉCADAS DE EXPANSÃO MUNDIAL (1998-2018)

Data de submissão: 28/02/2021

Data de aceite: 25/03/2021

Breno Noronha Rodrigues

Universidade Federal Rural do Semi-Árido
(UFERSA)

brenonoronha_mv@hotmail.com

<http://lattes.cnpq.br/4718661369531491>

Joselena Mendonça Ferreira

Universidade Federal Rural do Semi-Árido
(UFERSA)

joselena.ferreira@ufersa.edu.br

<http://lattes.cnpq.br/5574119381654315>

Leandro Alves da Silva

Universidade Federal Rural do Semi-Árido
(UFERSA)

leandrozootecnia@hotmail.com

<http://lattes.cnpq.br/9998843731981083>

Kátia Peres Gramacho

Universidade Federal Rural do Semi-Árido
(UFERSA)

katia.gramacho@ufersa.edu.br

<http://lattes.cnpq.br/6026127342716205>

Dejair Message

Universidade Federal Rural do Semi-Árido
(UFERSA)

dejair.message@gmail.com

<http://lattes.cnpq.br/8428919083422600>

RESUMO: A pesquisa em apicultura tem se expandido ao longo dos anos. Essa área tem se destacado não somente devido a demanda de produção, mas também como forma de preservação das espécies de abelhas e de plantas de diferentes ecossistemas. O panorama das pesquisas realizadas em duas décadas de apicultura (1998-2018) pode ser analisado para auxiliar pesquisadores e produtores quanto as perspectivas e os rumos dessa área produtiva nos próximos anos. Esse trabalho teve como objetivo avaliar os principais temas dentro das pesquisas em apicultura mundial, bem como os países que têm participado ativamente destas. A pesquisa foi realizada através de busca na base de dados PubMed com três etapas: 1. Busca pelos termo “apicultura” em inglês (*Beekeeping; apiculture*). 2. Triagem e classificação do tema central de cada artigo e busca pelos termos referentes a cada tema na mesma base de dados. 3. Triagem quanto aos países dos autores de cada publicação utilizando os dados extraídos na primeira etapa. Foram identificados 22 temas dos quais fisiologia, comportamento, genética, polinização e sanidade se destacam como principais. EUA, Itália, Brasil, Espanha e China se destacam dentre as nações que mais possuem número de publicações, respectivamente. Detalhes sobre os temas encontrados e produções individuais são discutidos ao longo do trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: *Apis mellifera*. Abelha africanizada. Produção científica. Produtos apícolas. Fisiologia. Genética. Sanidade.

BEEKEEPING RESEARCH: TWO DECADES OF WORLD EXPANSION (1998-2018)

ABSTRACT: Beekeeping research has expanded over the years. This area has stood out not only due to the demand for production, but also as a way of preserving the species of bees and plants from different ecosystems. The panorama of research carried out in two decades of beekeeping (1998-2018) can be analyzed to help researchers and producers regarding the perspectives and directions of this productive area in the coming years. This journal aimed to evaluate the main themes within the research in beekeeping worldwide, as well as the countries that have actively participated in these. The research was carried out by searching the PubMed database with three steps: 1. Searching for the term “Apiculture/ Beekeeping”. 2. Screening and classification of the central theme of each article and searching for terms referring to each theme in the same database. 3. Screening for the countries of the authors of each publication using the data extracted in the first stage. 22 themes were identified, of which physiology, behavior, genetics, pollination and health stand out as the main ones. USA, Italy, Brazil, Spain and China stood out among the nations with the largest number of publications, respectively. Details on the themes found and individual productions are discussed throughout this journal.

KEYWORDS: *Apis mellifera*. Africanized bee. Scientific production. Bee products. Physiology. Genetics. Bee health.

1 INTRODUÇÃO

A apicultura é uma atividade milenar, os primeiros registros datam de civilizações egípcias por volta dos anos 2445 a 2421 a.C. Essas civilizações já utilizavam produtos da colmeia como alimento e medicamento natural (CRANE, 2013). Por atender os três requisitos da sustentabilidade (econômico, social e ecológico), a apicultura expandiu-se mundialmente e obteve um crescimento considerável em suas diversas áreas (OLINTO et al., 2015).

No Brasil essa atividade se expandiu a partir da década de 1970, quando os apicultores aprenderam a conviver com o novo poli-híbrido recém-criado no país (abelhas africanizadas), a partir do cruzamento da abelha africana (*Apis mellifera scutellata*) com abelhas europeias (*A. m. ligustica*, *A. m. mellifera*, *A. m. carnica*) no ano de 1956 (GONÇALVES; STORT, 1994). Assim, esses apicultores passaram a usufruir de inúmeras vantagens em termos produtivos, sendo possível transformar a atividade apícola de uma mera atividade hobbista para uma atividade comercial internacional (SANFORD, 2004).

Hoje o Brasil tem sido reconhecido internacionalmente pela qualidade de seus produtos, livres de contaminantes químicos (VIDAL, 2017, 2018).

Quanto à diversidade de pesquisas na área de apicultura, esta tem se revelado promissora. Assim, trabalhos que avaliam a qualidade de seus produtos, melhorias no trabalho de apicultores, tecnologia de manejo e biodiversidade são exemplos de pesquisas que podem ser encontradas nessa área (BOTH; KATO; OLIVEIRA, 2009; CHAUDHARY, 2014).

Entretanto, nos últimos anos, um outro tema tem sido abordado de maneira mais acentuada no campo de pesquisas em apicultura: a sanidade apícola. As abelhas, assim como qualquer outro animal, também adoecem e precisam de cuidados especiais (MESSAGE; TEIXEIRA; DE JONG, 2012). Além de seus parasitas naturais, elas também vêm enfrentado um sério índice de desaparecimento (CORREIA-OLIVEIRA et al., 2018), sobretudo, associado a essas patologias, o uso de pesticidas de forma indiscriminada tem sido frequentemente citado (FENG et al., 2018; CASTILHOS et al., 2019).

Buscando maior rentabilidade, redução de custos e permanência na atividade, as pesquisas apícolas têm crescido principalmente em países que buscam o seu desenvolvimento de forma mais acentuada. O uso das abelhas para os mais diversos fins, desde a produção de mel ao seu uso como polinizadores, tem levado os estudos sobre o tema a uma escala mundial (BACAXIXI et al., 2011). Entretanto, uma caracterização precisa a respeito dos principais temas abordados nos últimos anos, bem como dos países que investiram em produção científica nessa área ainda não foi realizada.

Dessa forma, objetivou-se fazer uma análise da pesquisa científica na área da apicultura das duas últimas décadas, avaliando a quantidade de publicações ao longo dos anos, os temas de maior relevância e os índices de publicações por nacionalidade dos autores.

2 METODOLOGIA

Para identificar o número e os conteúdos dos artigos científicos sobre apicultura nos últimos 20 anos, foi realizado o procedimento de busca e avaliação de periódicos na base de dados PubMed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>). Foram avaliados artigos indexados no intervalo de 1998 a 2018. A pesquisa se deu em três etapas: (1) uma busca foi feita utilizando os termos correspondentes a palavra “apicultura” em inglês, separados por ponto e vírgula (*Beekeeping; apiculture*); (2) a partir de uma triagem de 22 temas encontrados dos artigos da primeira etapa da pesquisa, foi realizada uma segunda busca com os termos em inglês, específicos de cada uma dessas áreas da pesquisa em apicultura; (3) foi realizada uma triagem quanto aos países com maiores índices

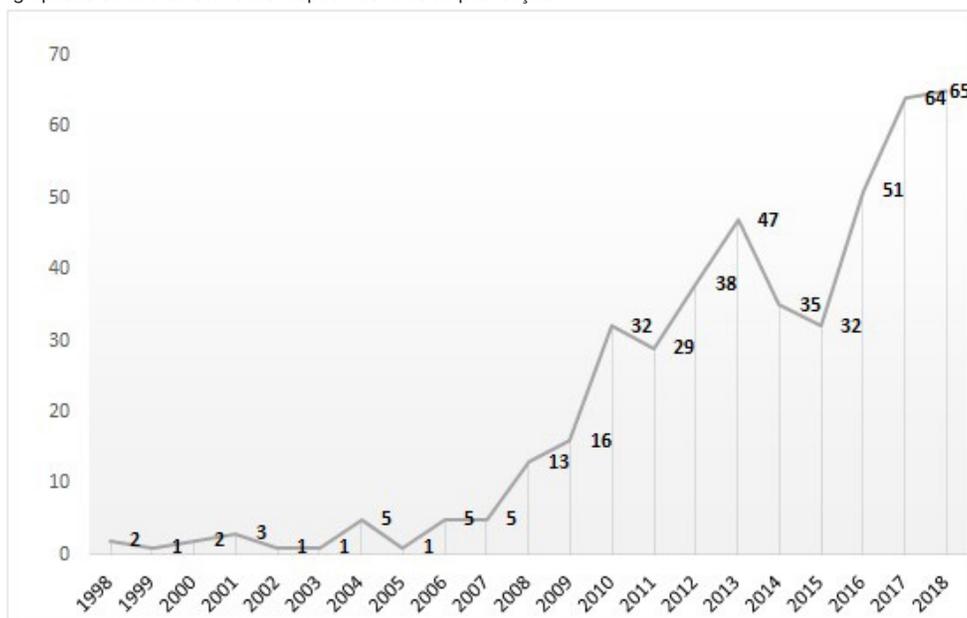
de publicação utilizando os dados extraídos na primeira etapa. As nacionalidades dos artigos foram escolhidas de acordo com o país de origem do primeiro autor. Os dados foram tabelados no programa Excel (Microsoft® Office 365®), bem como a elaboração dos respectivos gráficos.

3 RESULTADOS E DUSCUSSÃO

3.1 PRIMEIRA ETAPA

Na busca realizada com os termos “*Beekeeping; apiculture*” foi obtido inicialmente um total de 479 artigos, incluindo as patentes. Após uma triagem minuciosa dos periódicos, verificou-se que 31 deles não estavam dentro da temática apicultura, sendo, portanto, excluídos da amostra inicial, restando um total de 448. Foi possível perceber que, ao longo das duas últimas décadas, as pesquisas na área de apicultura tiveram uma tendência de crescimento, sendo o ano de 2018 o que obteve maior número de publicações (65 artigos) (Fig. 1). Estes resultados se referem ao período de janeiro de 1998 a dezembro de 2018.

Figura 1: Números de artigos publicados na área de apicultura (*beekeeping*) em 20 anos (1998-2018, total de 448), agrupados de acordo com seus respectivos anos de publicação.



Dados extraídos e atualizados da base de dados PubMed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>) em fevereiro de 2021.

Todos os artigos foram avaliados de acordo com os critérios: 1. Temática abordada dentro da apicultura; 2. Nacionalidade dos autores. Os temas encontrados dentro da

grande área foram classificados em temas específicos, conforme pode ser observado na Figura 2. O tema “sanidade” ficou em destaque com 192 publicações, seguido por “genética” (36) e “alergologia/imunologia” (29).

Figura 2: Números de artigos publicados na área de apicultura (*beekeeping*) em 20 anos (1998-2018, total de 448), agrupados de acordo com suas respectivas temáticas (22).



Dados extraídos e atualizados da base de dados PubMed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>) em fevereiro de 2021.

3.2 SEGUNDA ETAPA

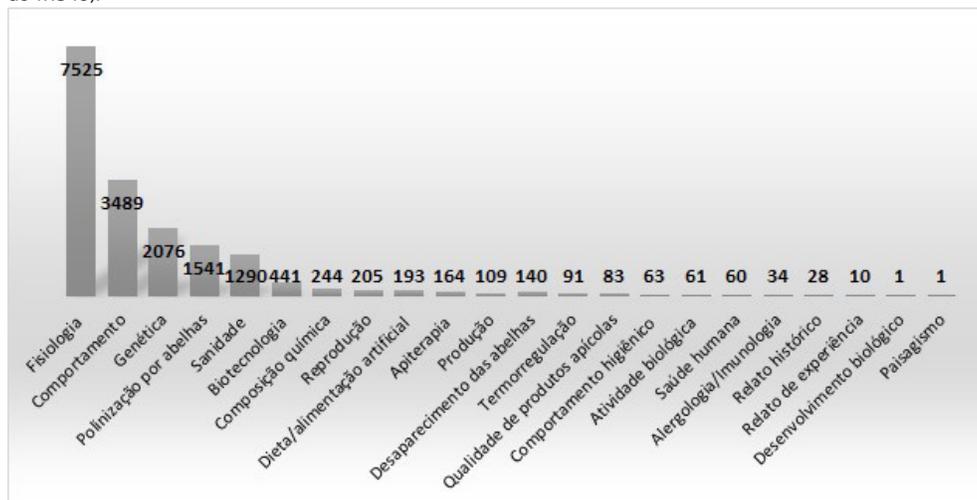
A partir do agrupamento dos 448 artigos em 22 temas específicos (Fig.2), esses mesmos temas foram traduzidos para o inglês e pesquisados individualmente na mesma base de dados. Essa pesquisa foi feita para comparar o número de trabalhos encontrados por esse segundo método (método de triagem por tema), com os valores encontrados na primeira etapa da pesquisa (método generalista).

Esses temas foram pesquisados individualmente em inglês, da seguinte forma: *bee health; bee genetics; allergy and immunology to bee products; production in beekeeping; behavior of bees; quality of bee products; human health and bee products; Bees physiology; bee colony collapse disorder; biological activity of bee products; ontogenic development of bees; pollination by bees; apitherapy; biotechnology and bees; thermoregulation in bees; hygienic behavior in bees; bee breeding; artificial feeding for bees; chemical composition of bee products; experience of beekeepers; history of beekeeping; landscaping with bees.*

Quando realizada a avaliação pelo método de triagem por tema, foram identificados ao todo 17.849 periódicos (Fig. 3). O tema “fisiologia” apresentou o maior número de

publicações (7.525 artigos que correspondem a 42,2% do total), seguido pelos temas “comportamento” (3.489, 19,5%) “genética” (2.076, 11,6%), “polinização” (1.541, 8,6%) e “sanidade” (1.290, 7,2%).

Figura 3: Números de artigos publicados em 22 áreas da apicultura (*beekeeping*) entre os anos de 1998-2018 (total de 17.849).



Os termos foram pesquisados individualmente em inglês (pelo método de triagem por tema) e posteriormente traduzidos para o português no gráfico. Dados extraídos e atualizados da base de dados PubMed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>), em fevereiro de 2021.

As temáticas dos trabalhos que envolvem fisiologia, genética e comportamento de abelhas se destacam graças a grande versatilidade em que podem ser inseridas nas mais diversas áreas de conhecimento e pesquisa. Essas áreas são consideradas importantes e constantemente aparecem em publicações, revelando que, apesar de exaustivamente estudadas ao longo das décadas de apicultura mundial, à medida que novas técnicas e necessidades de produção aparecem, que novos métodos precisam ser empregados e aperfeiçoados, sempre serão testados por meio da avaliação fisiológica-comportamental, bem como pela seleção gênica.

Percebe-se que o tema polinização, também possui um número relevante de publicações nos últimos anos, ocupando o quarto lugar entre os mais publicados na pesquisa em apicultura. Essa área pode ser considerada interessante em perspectivas futuras, tendo em vista que o estoque global de abelhas atualmente é inferior a demanda agrícola pelo serviço de polinização (AIZEN; HARDER, 2009), sendo isso evidenciado em todo o mundo. Por exemplo, ao estudarem as demandas de polinização em 41 países europeus, Breeze et al. (2014) verificaram que enquanto o número recomendado de abelhas necessárias para fornecer polinização de culturas em toda a Europa aumentou 4,9 vezes entre os anos de 2005-2010, os estoques de abelhas foram insuficientes, com

valores inferiores a 90% da demanda em 22 dos países estudados. Há de se considerar que após a pesquisa desses autores, houve um declínio ainda maior do percentual de abelhas disponível na Europa e em todo o mundo, o que provavelmente agravou ainda mais essa necessidade (JACOBSON et al., 2018; ZATTARA; AIZEN, 2021). Isso pode servir de incentivo para que haja mais esforços quanto a preservação destes polinizadores e; os trabalhos nas áreas de sanidade e comportamento têm contribuído com esse objetivo.

A temática “sanidade”, embora tenha ocupado a quinta colocação nessa triagem da etapa 2, ainda sim apresentou um percentual considerável. E não é de surpreender que esse tema esteja entre os principais na área de apicultura nos últimos anos, haja vista a grande necessidade de pesquisas que visem a manutenção da saúde das abelhas, onde tem-se percebido um declínio constante no número de polinizadores, em especial os de abelhas que participam da polinização de culturas importantes da agricultura mundial, como a *Apis mellifera*.

Os trabalhos encontrados referentes a saúde das abelhas também estão associados aos temas “desaparecimento das abelhas” e “comportamento higiênico”. Nesse trabalho, os autores acharam conveniente inserir essas temáticas como temas à parte, distintos do tema “sanidade”, para que fosse possível uma melhor avaliação quanto ao número de publicações destes. Os trabalhos com objetivos específicos relacionados ao tema “desaparecimento das abelhas” tiveram como principal foco o colapso desses organismos, com um total de 140 publicações. Já aqueles em que o foco estava relacionado ao “comportamento higiênico” (total de 63), tiveram objetivos específicos relacionados a métodos de identificação desse comportamento como um meio de seleção de abelhas mais resistentes a doenças.

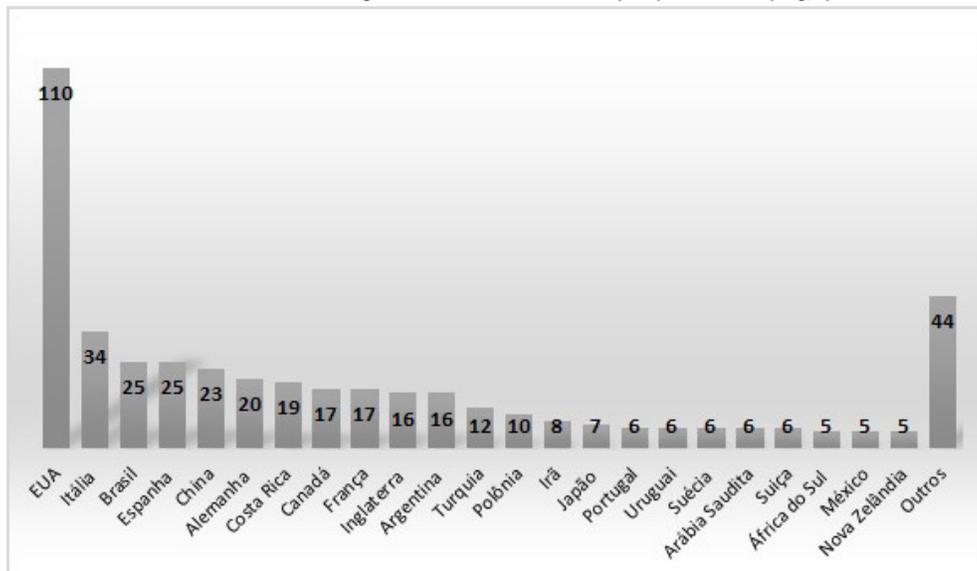
Os trabalhos que se referem ao tema “sanidade” propriamente dito apresentam dados quanto aos efeitos de inseticidas, fungicidas, acaricidas, antibióticos, pesticidas em geral sobre abelhas de diferentes espécies, bem como acompanhamento de índice de patógenos. Dentre os principais títulos o ácaro *Varroa destructor*, o fungo *Nosema cenanae* e os pesticidas foram os principais agentes encontrados quanto ao que se refere a interferências na saúde das abelhas, sejam essas evidenciadas por avaliações físico-químicas, fisiológicas, comportamentais e até mesmo genéticas.

Dentre os pesticidas encontrados os neonicotinoides imidaclopride, fipronil, clothianidin e thiamethoxam merecem destaque, com registros de seus efeitos subletais nas abelhas, além de outras classes de pesticidas como organofosforados e carbamatos, piretróides, fungicidas e herbicidas (FREITAS; PINHEIRO, 2010). Além desses, os pesticidas também aparecem nos títulos de trabalhos que tratam da avaliação da “qualidade de produtos apícolas” (total de 83 trabalhos).

3.3 TERCEIRA ETAPA

A terceira etapa consistiu na construção de um ranqueamento dos trabalhos científicos na área de apicultura de acordo com a nacionalidade de cada autor (considerando apenas o primeiro autor de cada trabalho). Nesta, foram utilizados os dados da primeira etapa (total de 448 artigos). Os países que obtiveram publicações entre 1998-2018 com número inferior a 5 foram agrupados na classificação “outros” (Fig. 4).

Figura 4: Números de artigos publicados entre os anos de 1998-2018 na área de apicultura, agrupados por nacionalidade de cada autor. Total de artigos: 448. Termo utilizados na pesquisa “*Beekeeping; apiculture*”.



Dados extraídos e atualizados da base de dados PubMed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>) em fevereiro de 2021.

Ao todo foram registradas 53 nações que participaram destas publicações. Destas, 23 obtiveram 5 ou mais publicações nos registros. Os Estados Unidos possuem o maior número de artigos publicados e indexados na base de dados nos últimos 20 anos (110 artigos), seguido por Itália (34). O Brasil ocupou a terceira colocação, juntamente com Espanha (25), seguidos da China (23) e Alemanha (20). Quando avaliado em outra base de dados internacional (Base *Scielo*: <https://search.scielo.org>), na classificação regional (apenas países da América Latina), o número de trabalhos do Brasil na área de apicultura permanece praticamente constante (25 artigos, entre os anos de 1998 a 2018). Isso demonstra o nível de confiabilidade das bases quanto aos percentuais gerais em pesquisas abrangentes utilizando os termos “*beekeeping; apiculture*”.

O tema sanidade aparece com maior frequência nos últimos anos em artigos dos EUA e Europa. Isso pode estar relacionado ao alto índice de declínio das abelhas

constatado nos últimos anos nestas localidades e ao incentivo em pesquisas para se chegar a uma conclusão de suas possíveis causas (JACOBSON et al., 2018; NEUMANN; CARRECK, 2010; ROY et al., 2018).

4 CONCLUSÕES

A partir do trabalho realizado foi possível concluir que a temática “sanidade apícola” tem sido mais estudada nos últimos anos, quando fazemos uma busca apenas com o termo “apicultura”, obtendo o maior número de trabalhos publicados desta forma. Entretanto, a temática “fisiologia das abelhas” reuniu o maior acervo científico quando as buscas foram feitas a partir dos temas específicos. Os EUA foi a nação que obteve maior número de publicações mundiais. O Brasil foi o terceiro colocado juntamente com Espanha. A quantidade de trabalhos encontrados e seu crescimento ao longo dos anos demonstra que a apicultura é uma área bastante promissora em termos de publicações científicas.

Os temas encontrados com maior frequência podem trazer aos pesquisadores e apicultores uma avaliação clara a respeito das necessidades atuais na área e das perspectivas futuras quanto a atividade apícola. Os temas fisiologia, genética, comportamento, polinização e sanidade podem ser considerados norteadores e fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa na apicultura mundial. Por outro lado, temas menos frequentes podem apontar para lacunas ainda não preenchidas e podem ser melhor explorados na atividade/pesquisa apícola.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIZEN, M. A.; HARDER, L. D. The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination. **Current biology**, v. 19, n. 11, p. 915-918, 2009.

BACAXIXI, P. et al. A importância da apicultura no Brasil. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Graça - SP, n. 20, p. 1-6, 2011.

BREEZE, T. D. et al. Agricultural policies exacerbate honeybee pollination service supply-demand mismatches across Europe. **PloS one**, v. 9, n. 1, p. e82996, 2014.

BOTH, J. P. C. L.; KATO, O. R.; OLIVEIRA, T. F. Perfil socioeconômico e tecnológico da apicultura no município de Capitão Poço, estado do Pará, Brasil. **Embrapa Amazônia Oriental**-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2009.

CASTILHOS, D. et al. Neonicotinoids and fipronil concentrations in honeybees associated with pesticide use in Brazilian agricultural areas. **Apidologie**, v. 50, p. 657-668, 2019.

CHAUDHARY, O. P. Constraint analysis in beekeeping industry. In: Proc. **Workshop on promotion of honey bee keeping in Haryana, organized by Haryana Kisan Ayog**, held at Panchkula, Haryana on 24th June. 2014. p. 40-55.

CORREIA-OLIVEIRA, M. E. et al. Can the Environment Influence Varroosis Infestation in Africanized Honey Bees in a Neotropical Region?. **Florida Entomologist**, v. 101, n. 3, p. 464-469, 2018.

CRANE, E. **The world history of beekeeping and honey hunting**. New York: Routledge, 2013.

FENG, Y. et al. Mid-Infrared Spectroscopy Study of Effects of Neonicotinoids on Forager Honey Bee (*Apis mellifera*) Fat Bodies and Their Connection to Colony Collapse Disorder. **BioRxiv, The Preprint Server for Biology**, v. 205112, p. 1-9, 2018.

FREITAS, B. M.; PINHEIRO, J. N. Efeitos sub-letais dos pesticidas agrícolas e seus impactos no manejo de polinizadores dos agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, v. 60021, p. 970, 2010.

GONÇALVES, L. S.; STORT, A. C. A africanização das Abelhas *Apis mellifera* nas Américas - II. In: **Venenos Animais**, editora EPUC (Editora de Publicações Científicas LTDA.), p.411, 1994.

JACOBSON, M. M. et al. Decline of bumble bees in northeastern North America, with special focus on *Bombus terricola*. **Biological Conservation**, v. 217, p. 437-445, 2018.

MESSAGE, D. et al. (Org.). **Polinizadores no Brasil - contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. 1ed.São Paulo/SP: EDUSP, 2012, p. 237-256.

NEUMANN, P.; CARRECK, N. L. Honey bee colony losses. **Journal of Apicultural Research**, v. 49, n. 1, p.1-6, 2010.

OLINTO, F. A. et al. Comportamento higiênico em colmeias de *Apis mellifera* L. africanizadas no Sertão da Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 3, p. 08-12, 2015

ROY, D. et al. Desordem de colapso de colônias de abelhas: uma redução neotérica na apicultura global. **Current Journal of Applied Science and Technology**, p. 1-12, 2018.

SANFORD, M. T. Beekeeping in Brazil: A slumbering giant awakes, Part II. **American Bee Journal**, v. 144, n. 12, p. 939-941, 2004.

VIDAL, M. F. Produção de mel na área de atuação do bnb entre 2011 e 2016. **Caderno Setorial ETENE**. v.1, n.30, p. 1 – 12, 2018.

VIDAL, M. F. Desempenho da apicultura nordestina em anos de estiagem. **Caderno Setorial ETENE**. n. 11, p. 1- 9, 2017.

ZATTARA, E. E.; AIZEN, M. A. Worldwide occurrence records suggest a global decline in bee species richness. **One Earth**, v. 4, n. 1, p. 114-123, 2021.

CAPÍTULO 22

USO DE FITOTERÁPICOS PARA TRATAMENTOS DE DISTÚRBIOS GASTROINTESTINAIS EM EQUINOS

Data de submissão: 24/03/2021

Data de aceite: 09/04/2021

Isalaura Cavalcante Costa

Centro Universitário CESMAC

Maceió – AL

<http://lattes.cnpq.br/5020978636046862>

Andressa Cristiny dos Santos Teixeira

Centro Universitário CESMAC

Maceió – AL

<http://lattes.cnpq.br/5767445956671585>

Bruno Santos Braga Cavalcanti

Centro Universitário CESMAC

Maceió – AL

<http://lattes.cnpq.br/3025554137213876>

Carla Rayane dos Santos

Centro Universitário CESMAC

Maceió – AL

<http://lattes.cnpq.br/0722010841078170>

Ingrid Souza Ferreira de Lima

Centro Universitário CESMAC

Maceió – AL

<http://lattes.cnpq.br/3618399140447375>

Claudia Alessandra Alves de Oliveira

Centro Universitário Cesmac

Marechal Deodoro - AL

<http://lattes.cnpq.br/5513725991119046>

Fernanda Pereira da Silva Barbosa

Centro Universitário Cesmac

Maceió – AL

<http://lattes.cnpq.br/4040416803890162>

Raíssa Karolliny Salgueiro Cruz

Centro Universitário CESMAC

Maceió –AL

<http://lattes.cnpq.br/7282487880446301>

Muriel Magda Lustosa Pimentel

Centro Universitário CESMAC

Maceió – AL

<http://lattes.cnpq.br/2377308283755406>

RESUMO: Diversos relatos acerca do uso de plantas medicinais foram identificados, ao longo da história do homem. A etnoveterinária é a ciência que estuda as práticas populares a favor da saúde e bem-estar animal, e que tem como ramo o tratamento de patologias animais a base de plantas medicinais. A adoção das plantas medicinais como tratamento abrange todo o campo animal. As plantas medicinais vêm sendo exploradas e estudadas a fim de solucionar os impactos causados nas culturas por uso de produtos químicos e o aparecimento de doenças. Apesar dos fitoterápicos terem potencial de ser mais eficientes que os medicamentos produzidos a partir da síntese química, é necessário o cuidado, pois muitas plantas,

ervas tem alto grau de toxicidade. Isso elucida a necessidade de mais estudos e pesquisas na área, pois a literatura sobre o tema é escassa. Ao longo da seguinte revisão quatro estudos foram analisados. O objetivo do seguinte estudo é discorrer sobre o uso de fitoterápicos em equino para tratamento de doenças gastrointestinais. Conclui-se que é de fundamental importância investir em pesquisas sobre o tema e na formação de profissionais da medicina veterinária sobre essa especialidade. Tal atitude potencializaria o uso de fitoterápicos e evitaria os efeitos colaterais e consequências da medicina alopática.

PALAVRAS CHAVE: Etnoveterinária. Equinos. Doenças gastrointestinais. Fitoterapia.

USE OF PHYTOTHERAPES TO TREAT GASTROINTESTINAL DISORDERS IN HORSES

ABSTRACT: Several reports about the use of medicinal plants have been identified throughout the history of man. Ethnoveterinary science is the science that studies popular practices in favor of animal health and well-being, and whose branch is the treatment of animal pathologies based on medicinal plants. The adoption of medicinal plants as a treatment covers the entire animal field. Medicinal plants have been explored and studied in order to solve the impacts caused on cultures by the use of chemical products and the appearance of diseases. Although phytotherapies have the potential to be more efficient than drugs produced from chemical synthesis, caution is necessary, as many plants and herbs have a high degree of toxicity. This clarifies the need for further studies and research in the area, as the literature on the subject is scarce. During the following review, four studies were analyzed. The objective of the following study is to discuss the use of herbal medicines in horses for the treatment of gastrointestinal diseases. We conclude that it is of fundamental importance to invest in research on the subject and in the training of veterinary medicine professionals on this specialty. Such an attitude would enhance the use of herbal medicines and avoid the side effects and consequences of allopathic medicine.

KEYWORDS: Ethnoveterinary. Horses. Gastrointestinal diseases. Herbal medicine.

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, o uso de plantas acompanha a evolução humana, tanto para a alimentação, como para a construção de moradias, confecção de roupas e especialmente para o tratamento de doenças tanto em pessoas quanto em animais (GIORDANI et al., 2016). O uso de plantas medicinais pelo homem é tão antigo quanto a sua história. E o processo de desenvolvimento da chamada “arte da cura” se deu de maneira empírica, em processos de descobertas por tentativas, de erros e acertos (GALDINO, 2006).

As muitas propriedades e indicações terapêuticas das plantas medicinais têm permitido um avanço no seu uso, tanto na medicina humana como na veterinária (BATISTA, et al., 2015).

As práticas e saberes populares são empregados por muitos criadores, fazendeiros ou veterinários a fim de prevenir ou tratar enfermidades em rebanhos ou em animais de estimação. O uso desses conhecimentos e crenças populares relativas à saúde animal é denominado etnoveterinária, que pode ser definida como uma investigação teórica sistemática e aplicação prática do conhecimento popular veterinário (BATISTA, F et al., 2017).

O uso de plantas medicinais para o tratamento de enfermidades tanto em humanos quanto em animais possui séculos de tradição em diversas culturas (MONTEIRO; BEVILAQUA e VASCONCELOS 2011).

Apesar disso, devido à falta de conhecimento a respeito de ervas medicinais e a falta de divulgação de pesquisas clínicas, a prescrição de medicamentos fitoterápicos é escassa quando comparada com medicamentos alopáticos. No entanto, devido às reações adversas, aos efeitos tóxicos e o alto custo dos medicamentos sintéticos, a fitoterapia vem ganhando seu lugar no mercado de medicamentos.

Outros fatores determinantes para este aumento no consumo de plantas medicinais são o fácil acesso as mesmas, muitas vezes podendo ser encontradas no quintal de muitas casas, ervarias e casas de produtos naturais (GUEDES, et al., 2016), o baixo custo e a eficiência na prevenção e no tratamento de doenças.

Pesquisas apontam que as formulações à base de plantas são comumente usadas no tratamento de distúrbios gastrointestinais em equinos. As ervas nestas formulações têm uma infinidade de funções, incluindo antiespasmódico, imunomodulação e alteração da bioquímica e parâmetros bacterianos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Para serem consideradas medicinais, pela ciência moderna, as plantas têm que apresentar substâncias de ação farmacológica, que atuem direta ou indiretamente como medicamento. Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, são consideradas medicinais as plantas tradicionalmente utilizadas como remédio por uma população ou comunidade, capazes de aliviar ou curar doenças. Quando essas plantas são industrializadas para se obter um medicamento, este é chamado fitoterápico (ANVISA, 2011).

Para obterem reconhecimento como medicinais, é necessário que a autenticidade, a integridade e pureza desses extratos ou substâncias sejam comprovadas. Estudos que comprovem a eficácia dos mesmos são escassos e a utilização de produtos naturais na criação animal ainda é pouco explorada (SANTANA et al., 2015). Entretanto, a ciência

moderna tem levado em conta os saberes populares, na busca da comprovação da eficácia dos fitoterápicos, para que sejam comercializados e utilizados de maneira segura.

As investigações etnofarmacológicas e etnobotânicas têm sido reconhecidas pelos cientistas em todo o mundo como a principal forma de obtenção de informações e estratégias para seleção de plantas medicinais. Ambas as áreas têm se mostrado eficiente na busca por substâncias naturais com ação terapêutica. Muitas outras áreas estão envolvidas na pesquisa de novas descobertas no campo das plantas medicinais, sendo elas a fitoquímica, que trabalha no isolamento, purificação e caracterização de princípios ativos e a farmacologia, que estuda os efeitos farmacológicos de extratos e dos constituintes químicos isolados (ALBUQUERQUE & HANAZAKI, 2006).

De acordo com OLIVEIRA et al., (2009) na atualidade são procuradas respostas e soluções rápidas para o cotidiano. As mudanças do consumidor em relação aos produtos que não agridem a saúde e mercadorias produzidas de forma ecologicamente fazem com que as organizações incorporem em suas agendas estratégicas projetos e ações ambientais. No setor agropecuário a situação é a mesma, estimulada pela busca da diminuição dos efeitos ofensivos provocados pela alopatia. As vantagens do uso da fitoterapia em animais são inúmeras como, por exemplo, redução de custos, eficácia terapêutica promovendo assim o bem-estar animal, redução de efeitos colaterais, prevenção de outras possíveis doenças, entre outras vantagens não citadas.

Entretanto mesmo com a comprovação popular e científica sobre a ação de diversas plantas medicinais para a cura de enfermidades e controle de endoparasitas e ectoparasitas, são poucas exploradas por propriedades rurais e profissionais da área animal

O uso racional de fitoterápicos está associado à necessidade de redução de custos e perdas na criação, e busca atender um mercado consumidor cada vez mais exigente quanto ao modo como os animais são criados e quanto à qualidade do produto final (ROYER et al., 2013).

Embora as plantas medicinais tenham sido utilizadas desde os primórdios da civilização e a utilização tenha sido intensificada nas últimas décadas, a utilização e eficácia na medicina veterinária ainda são pouco conhecidas graças ao baixo investimento em pesquisas.

Os fitoterápicos podem ser mais eficientes que os medicamentos produzidos a partir da síntese química, mas para alcançar essa eficiência a produção dos mesmos devem seguir estudos prévios relativos aos aspectos botânicos, agrônômicos, fitoquímicos, farmacológicos, toxicológicos, e de desenvolvimento de metodologias analíticas. A qualidade dos fitoterápicos vai além de um laudo de análise da matéria-prima vegetal, sendo considerada a estrutura da produção e a adoção de boas práticas de

fabricação e de garantia de qualidade das plantas um requisito primordial na obtenção de matérias-primas vegetais e fitomedicamentos de qualidade (SANTANA et al., 2015).

Ainda fazendo uma análise de Klein et al., (2009), para obter o registro de um fitoterápico dentro dos padrões exigidos pela legislação brasileira é necessária a realização de testes para validação que comprovem a qualidade e segurança no uso e na eficácia do produto, sendo alcançado através de ensaios de controle de qualidade, farmacológicos, toxicológico, tecnológicos, pré-clínicos, clínicos toxicológicos e ensaios clínicos.

A ANVISA tem um papel essencial no controle e na regulamentação de medicamentos, evitando que o mercado receba medicamentos ineficazes e de má qualidade e ocasione problemas aos usuários, como intoxicações e/ou agravamento do quadro clínico da enfermidade.

A farmacovigilância é a ciência que detecta, avalia e faz a prevenção dos efeitos adversos ou qualquer outro problema relacionado aos medicamentos, conceito definido pela Organização Mundial da saúde (OMS), no qual o Brasil é membro desde 2001 coordenado pelo Centro Colaborador do Upsala Monitoring Center. Com as dificuldades encontradas para identificar eventos adversos do uso de plantas medicinais, foi criado o Sistema Nacional de Notificações para vigilância Sanitária (Notivisa), um banco de dados disponibilizado pela ANVISA, para receber notificações de profissionais de saúde ou de usuários cadastrados, por meio de formulários de notificação (BALBINO & DIAS, 2010).

Com o intuito de sensibilizar os profissionais de saúde e usuários quanto ao risco sanitário relacionados ao uso indiscriminado desses produtos, Balbino & Dias (2010) traçaram um perfil das notificações de eventos adversos encaminhadas para a Anvisa sobre plantas medicinais e fitoterápicos. Foram analisadas 77 notificações, sendo que dos eventos adversos notificados 51% eram de profissionais de saúde, 32% por usuários e 17% não foi informada a origem, evidenciando a contribuição de usuários ao sistema de farmacovigilância. Dentro das notificações analisadas, 30 eventos adversos foram considerados graves, os quais três levaram a óbito. Uma por aplasia medular (*Garcinia cambogia*) e outras duas por hepatite fulminante (*Piper methysticum*).

Varela & Azevedo (2014) realizaram um estudo investigativo acerca do conhecimento de fitoterápicos que médicos da Estratégia Saúde da Família de Caicó, Rio Grande do Norte, detinham sobre o assunto. Foram abordados nove médicos que responderam ao um questionário com perguntas sobre o tema do estudo. Com relação à formação em práticas integrativas e complementares, os autores identificaram que apenas 22% dos profissionais cursaram alguma disciplina específica sobre o tema na graduação e outros 22% tinham algum curso de curta duração na área de plantas medicinais e fitoterápicos. Dentro dos questionamentos feitos pelos autores, verificou-

se que nos discursos apresentados pelos profissionais de uma maneira geral, não houve nenhuma formação ou matéria específica para indicação ou orientação do uso de fitoterápicos, fazendo alusão ao conhecimento restrito sobre o assunto.

A etnoveterinária é a ciência que estuda as práticas populares a favor da saúde e bem estar animal, e que tem como ramo o tratamento de patologias animais a base de plantas medicinais, a fitoterapia. Essa ciência é definida como uma investigação teórica sistemática e aplicação prática do conhecimento popular veterinário (MONTEIRO et al., 2012). Mas muitos profissionais resistem em adotar as práticas etnoveterinárias nas criações e manejo de animais por falta de informações científica que validam a utilização de medicamentos à base de plantas medicinais no campo (SANTANA et al., 2015).

De acordo com a pesquisa feita por ALMEIDA et al. (2006) na Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM), a fitoterapia veterinária é do conhecimento de 73,9% dos estudantes de Medicina Veterinária, porém, apenas 36,2 % usaram este tratamento, ressaltando e validando a necessidade de mais estudos e difusão da ciência entre os profissionais.

De acordo com a ABIFISA (2013), no Brasil, o mercado de fitoterápicos movimentou cerca de US\$ 1 bilhão, no ano de 2011, estimando-se o crescimento de até 15% para o ano seguinte. A estimativa mundial para o ano de 2010 foi de US\$ 20 bilhões resultantes dos fitoterápicos (ABIFISA, 2013). Segundo o relatório da Global Industry Analysts, o mercado mundial de produtos que utilizam plantas como matéria-prima deve atingir US\$ 93,15 bilhões em 2015 (GLOBAL INDUSTRY ANALYSTS, 2012).

O trabalho de MUNSTERMAN, S. et.al (2019) avalia os efeitos da administração de WLS (Wei Le San) que é uma erva herbal chinesa composta por 9 ervas selecionadas por seus supostos efeitos anti-inflamatórios em cavalos com úlceras gástricas não-glandular.

A síndrome da úlcera gástrica equina é uma causa de morbidade em cavalos domesticados. A prevalência de tal enfermidade está intimamente ligada à ocupação atlética do cavalo. O tratamento de ESGD se concentra em medicamentos que reduzem a secreção de ácido gástrico. Estes incluem inibidores da bomba de prótons que inibem a H⁺ K⁺ ATPase na membrana secretora da célula parietal gástrica. O Omeprazol é o tratamento de escolha atual.

O objetivo do estudo em questão era determinar a eficácia do WLS para úlceras gástricas não glandulares equinas, a hipótese era que a administração de WLS diminuiria significativamente os escores de ulceração gástrica não-glandular em comparação ao tratamento controle, sem alteração no PH do fluido gástrico.

O desenho experimental foi um estudo cego, prospectivo e cruzado de dois períodos. Todos os cavalos receberam um placebo (25 ml de xarope à base de

dextrose; n = 10) e o tratamento (WLS, 5 g em 25 ml de xarope à base de dextrose; n = 10), administrado duas vezes ao dia. Os cavalos foram submetidos a um período de privação alimentar alternado de uma semana para induzir ou piorar as úlceras existentes; o tratamento começou no dia 7. O exame gastroscópico foi realizado em d0, d6 e d35, com o pH do líquido gástrico obtido em d6 e d35. Os escores de úlcera gástrica atribuídos por três observadores mascarados foram calculados para cada exame.

Concluiu-se através do estudo realizado por MUNSTERMAN, S. et.al (2019), após as 6 semanas ao analisar os dois grupos que a administração da formulação herbal chinesa no modelo experimental citado não foi eficaz na redução da gravidade da úlcera gástrica escamosa em cavalos causada por privação alimentar intermitente.

Diante dos resultados de tal estudo pode-se concluir que é necessário incentivo para o investimento em pesquisas e testes para comprovar a eficácia de tratamentos fitoterápicos diversos. Tal incentivo é escasso, por esse motivo há dificuldades para encontrar artigos e trabalhos sobre o tema na medicina veterinária.

Segundo Harman, J (2005) normalmente os cavalos que estão consistentemente abaixo do peso ou excesso de peso tem um problema com doença crônica. Cavalos abaixo do peso podem ter problemas na digestão, ou, ou podem ter doenças hepáticas de baixo grau ou câncer. Cavalos com excesso de peso crônico, especialmente aqueles com depósitos de gordura, podem ter problemas metabólicos.

Os distúrbios gastrointestinais são uma entidade importante da doença, como cólica é o assassino número um de cavalos. No entanto, a maioria instalações onde a cólica é comum têm identificação problemas de digestão, especialmente quando se leva em consideração hábitos naturais de pastoreio e exercício dos cavalos. Falta de correção volumoso é uma das principais causas de cólica, uma vez que o intestino equino é projetado para volumosos caules e não concentrados. O estresse do confinamento contribui para cólicas, assim como o uso excessivo de antibióticos e vermífugos. Cavalos com problemas crônicos do trato digestivo, incluindo fezes secas, úlceras, sensibilidade a mudanças na dieta ou no clima, fezes odoríferas, falta de digestão completa, desejo por sujeira, sal ou madeira, comedores agitados e vários problemas bucais provavelmente sofrem de doença crônica. (HARMAN, 2005).

Fisiologia da Digestão Equina. O trato digestivo equino é um sistema único que permite ao animal obter nutrientes e energia. Uso de cavalos digestão ácida no estômago e fermentação no ceco no processo digestivo. O estômago absorve água e inicia a digestão de proteínas principalmente através da ação de pepsina. O ambiente ácido do estômago permite ionização e subsequente absorção de alguns minerais como como cálcio, magnésio, manganês e ferro (HARMAN, 2005). O intestino delgado hidrolisa a

proteína, a gordura e carboidratos na forma final para absorção. O barril de fermentação, o ceco, é talvez a mais importante parte do trato digestivo equino, pois é aqui que a fibra parte da dieta é digerida. O ceco é projetado para quebrar e fermentar fibra de caule longo e através do metabolismo bacteriano produz vitaminas e ácidos graxos.

Tudo que ocorre na vida animal pode perturbar a natureza e equilíbrio da flora do trato gastrointestinal afetará a digestão e utilização direta dos alimentos. Um curso de antibióticos orais perturba o equilíbrio da flora digestiva e só deve ser usado em situações apropriadas específicas. O uso excessivo de antibióticos e anti-inflamatórios não esteroides demonstrou aumentar a permeabilidade intestinal, permitindo conteúdo digerido incorretamente para entrar na corrente sanguínea. Um dos efeitos colaterais dos antibióticos é supressão do sistema imunológico. (HARMAN, 2005).

Diante do que foi exposto elucida-se a necessidade de investir em pesquisas e nas disciplinas que tratem de tal assunto na formação acadêmica do médico veterinário, sobre medicamentos fitoterápicos para doenças gastrointestinais em equinos, a fim de driblar os efeitos adversos e consequências dos medicamentos alopáticos.

Segundo HARMAN (2005) as ervas têm sido usadas por todas as culturas há séculos; cada área do mundo usa ervas locais para essa área. Ocidental ervas tendem a trabalhar lentamente para restaurar a saúde e o equilíbrio enquanto a herbologia chinesa contém alguma ação rápida ervas (antibacterianos e antivirais). As fórmulas chinesas podem ser ação muito mais profunda e pode curar problemas mais rapidamente, no entanto, em geral, o praticante precisa de um conhecimento de chinês medicamento para prescrever com precisão. Herbologia chinesa tem sido usado com animais há séculos.

Há muitos estudos em animais publicados sobre ervas chinesas, no entanto, o as traduções não estão completas no momento. Experiência clínica com fórmulas de ervas chinesas usadas nos Estados Unidos é crescendo. As ervas são geralmente usadas juntas em uma fórmula, de modo que a qualidade de uma fórmula depende da habilidade da pessoa que coloca juntos. A eficácia e a potência de uma fórmula são afetadas pela qualidade dos ingredientes crus. Os melhores fabricantes testam cada lote quanto à pureza e resistência, mas muitas empresas cortar gastos usando matérias-primas de qualidade inferior.

Fitoterapia pode ser usado para tratar doenças artríticas, problemas no sistema imunológico, diarreia, cólicas e outros problemas digestivos transtornos. Problemas médicos internos, incluindo fígado, coração, desequilíbrios estomacais, pulmonares e renais podem ser ajudados com muitas fórmulas à base de plantas. O comportamento pode ser alterado com as ervas relaxando os músculos ou tonificando os nervos. As fórmulas para animais (ocidentais e chineses) estão se tornando mais comumente disponíveis e são uma excelente maneira de usar ervas na prática. (BATISTA et al., 2017).

Já o trabalho de Yardley, (2011) trata da acupuntura e fitoterapia chinesa para tratamento de cavalos. Segundo o mesmo pesquisa e evidências anedóticas apoiam o uso da acupuntura para tratar outras condições que não sejam músculo-esqueléticas e patologias relacionadas. Por exemplo o tratamento de cólica por integração, tratamento eficaz de distúrbios médicos gastrointestinais, ou por cuidados pós cirurgias.

Além da acupuntura fornecendo algum grau de visceral analgesia, um efeito de modificação da motilidade provavelmente explica a realizações clínicas associadas à acupuntura. Estudos em outras espécies mostram efeitos GI profundos dos pontos de acupuntura tradicionalmente associado ao tratamento de distúrbios gastrointestinais. Por exemplo, em ratos, ST-36 promove contratilidade distal do cólon mediada por um mecanismo colinérgico. Os objetivos terapêuticos da acupuntura para distúrbios gastrointestinais são: aliviar ou reduzir a dor visceral enquanto normaliza a motilidade gastrointestinal. Na China, o sistema tradicional de “diagnóstico de padrões” geralmente é empregado para orientar o tratamento, mas pontos de acupuntura com uma matriz difusa efeitos podem ser escolhidos. Os pontos de acerto selecionados com frequência incluem GV-1 (especialmente para o tratamento da diarreia), ST-36, SP-6, Bai-hui e pontos de acupuntura nas costas associados ao trato GI, nomeadamente BL-20 e BL-21 82. Nesses pontos de acupuntura, a acupuntura é útil na combinação recomendada de baixa e altas frequências. Agulhamento a seco e aquapuntura também são apropriados (YARDLEY, 2011).

Pesquisas concluem que as formulações à base de plantas são comumente usadas no tratamento de distúrbios gastrointestinais. As ervas nestas formulações têm uma infinidade de funções, incluindo antiespasmódico, imunomodulação e alteração da bioquímica e parâmetros bacterianos.

O trabalho de YARDLEY, (2011) concluiu que na ausência de dados precisos sobre a farmacocinética de ervas e atividades, houve vários estudos chineses sobre ervas formulações, tipicamente compreendendo várias ervas que se diz trabalhar em conjunto; entretanto, esses estudos geralmente têm sido realizados sem um rigoroso projeto experimental. Em um laboratório estudo experimental, diarreia experimental em camundongos foi tratada com Bai Tou Weng Tang (uma combinação de pulsatilla, phellodendron, coptis e fraxinus) ou cada erva sozinha; o clínico clássico formulação resolveu a diarreia mais rapidamente, mas cada erva sozinha ação antibacteriana mais forte que a formulação. A fórmula demonstrou eficácia (resolução clínica em 3 dias) em um surto de diarreia hemorrágica aguda da panturrilha de causa. Em uma revisão do uso de Ping Wei San em cavalos, a formulação foi associada a resultados clínicos positivos de condições gastrointestinais crônicas, incluindo pica e cólica gasosa.

Embora muitos desses estudos retrospectivos careçam do desenho necessário para aplicar seus resultados em geral, eles fornecem uma base para investigação clínica para verificar a literatura chinesa.

Já o estudo de FORS (2009) teve como objetivo coletar pesquisas sobre o uso de diferentes ervas para cavalos através de uma entrevista por telefone com 6 empresas que vendem ervas na Suécia. O que se concluiu foi que apenas alguns estudos foram realizados com cavalos como animais experimentais e apenas para uma quantidade limitada de ervas. A autora ainda fomenta a dificuldade de encontrar pesquisas sobre o tema, e ainda de que alguns estudos concluem que as ervas são ineficazes pois as ervas e a dosagem correta pode ser difíceis de encontrar. A forma como as ervas são administradas também podem alterar o resultado.

O trabalho de BATISTA et al., (2017) reúne algumas plantas e ervas usadas no tratamento de doenças gastrointestinais em equinos. Gengibre- O gengibre é usado para distúrbios gastrointestinais, e é comum usar o gengibre para dispepsia e doenças motoras. Ele tem propriedades antiemético, ajuda na secreção da saliva, sucos gástricos e é antiespasmódico. E a raiz do gengibre possui efeito anti-inflamatório.

Nogueira - É usando a folha da noqueira para diarreia, e não é recomendado ser usado em casos gastrite e úlceras gastrointestinais.

Hortelã - A folha tem propriedades antiespasmódica, carminativa e é antibacteriano. Ela estar sendo usada na prevenção de náuseas, e espasmos gastrointestinais e flatulências.

Dente-de-leão - É estimulante do apetite e diurético, dispepsia e possível flatulência. Tradicionalmente, é usado no tratamento de doenças hepatocelulares (referente a células do fígado).

Mesmo presumindo-se que os resultados do tratamento com plantas medicinais sejam favoráveis, ainda é necessário que se realizem mais estudos clínicos, a fim de comprovar a sua eficácia terapêutica, toxicidade, frequência de uso e concentração adequada. Uma vez que, no que diz respeito aos medicamentos veterinários da classe de fitoterápicos, ainda não existem informações disponíveis (OLIVEIRA et al., 2016).

Um dos principais problemas relacionados ao uso de plantas medicinais é a ideia equivocada de que o que vem da natureza não faz mal, excluindo assim, a probabilidade de uma planta causar qualquer reação adversa ou efeito tóxico (MENDIETA et al., 2014). Toda planta possui um grau de toxicidade em determinada dosagem, possuem componentes químicos, tais como: alcaloides, glicosídeos cardioativos, glicosídeos cianogênicos, taninos, saponinas, oxalato de cálcio e toxialbuminas, todos provocando sintomas semelhantes em animais ou em humanos. Os alcaloides pirrolizidínicos, por

exemplo, possuem princípios tóxicos, que mesmo após alguns anos de ingerida a dose tóxica, pode provocar cirrose hepática ou câncer no fígado.

O pouco conhecimento sobre a toxicidade de algumas espécies reafirma a importância do cuidado no emprego das mesmas para fins medicinais, uma vez que a população tem acesso livre a uma ampla variedade de plantas, incluindo espécies comprovadamente tóxicas (FERREIRA, 2014).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil a questão da utilização de plantas e seus princípios ativos para a produção de fitoterápicos e fitofármacos é, sobretudo importante, uma vez que o país detém a maior parcela da biodiversidade mundial. No entanto, ainda não existem estudos suficientes que comprovem a não toxicidade de uma gama elevada de plantas utilizadas para o tratamento tanto de humanos quanto de animais.

É imprescindível que se eduque a população quanto ao uso de plantas medicinais em animais, valorizando o seu potencial farmacêutico, mas com a devida precaução sobre os riscos tóxicos e efeito placebo que essas podem causar. O modo de uso ou a dosagem errônea pode se tornar um risco à saúde, uma vez que, muitas plantas utilizadas na medicina popular possuem substâncias potencialmente tóxicas. É importante disseminar o conhecimento existente sobre o uso das plantas na medicina e realizar mais estudos para ampliar a utilização desse recurso com segurança e eficiência.

Observou-se que embora os fitoterápicos tenham o seu valor reconhecido para o tratamento de doenças gastrointestinais em equinos ainda é de grande importância que se eduque a população quanto ao uso das mesmas, uma vez que o modo de uso ou a dosagem errônea na administração de algumas espécies de plantas de uso medicinal pode se tornar um risco aos animais, uma vez que, muitas plantas utilizadas na medicina popular possuem substâncias potencialmente tóxicas.

Também se conclui que é de fundamental importância investir em pesquisas sobre o tema e na formação de profissionais da medicina veterinária sobre essa especialidade. Tal atitude potencializaria o uso de fitoterápicos e evitaria os efeitos coletivos e consequências da medicina alopática.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, U. P.; HANAZAKI, N. As pesquisas etnoperiféricas na descoberta de novos fármacos de interesse médico e farmacêutico: fragilidades e perspectivas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16 (Supl.), p. 678-689, 2006.

ALMEIDA, S. K.; FREITAS, F. L. C.; PEREIRA, T. F. C. Etnoveterinária: a fitoterapia na visão do futuro profissional veterinário. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 1, n. 1, p. 67-74, 2006.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA (2011). Fitoterápicos. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/medicamentos/fitoterapicos/poster_fitotera_picos.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2020.

ASSOCIAÇÃO brasileira das empresas do setor fitoterápico, suplemento alimentar e promoção da saúde (Abifisa). Disponível em: http://www.abifito.org.br/noticias_ver.asp?news=4258. Acesso em: 27 de mar. 2020.

BALBINO, E. E.; DIAS, M. F. Farmacovigilância: um passo em direção ao uso racional de plantas medicinais e fitoterápicos. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n. 6, p. 992-1000, 2010.

BATISTA, E. K. F. Avaliação macroscópica da atividade cicatrizante da planta *luehea divaricata* (açoita-cavalo) na terapêutica tópica de feridas cutâneas. **Archives of Veterinary Science**. v. 20, n.4, p.26-35, 2015.

BATISTA, F., LACERDA, G., SILVA, J., RODRIGUES, L., FEITOSA, T., MUSTAFA, V. O uso de plantas medicinais na medicina veterinária – riscos e benefícios. **REVET - Revista Científica do Curso de Medicina Veterinária – FACIPLAC**. Brasília - DF, v.4, n. 2. Nov 2017

FORS, M. Herbs for horses. *Husdjursvetenskap – Examensarbete 15hp Litteraturstudie SLU*. Uppsala. 2009

FERREIRA, J. M. Plantas de uso medicinal e ritualístico comercializadas em mercados e feiras no Norte do Espírito Santo, Brasil. Dissertação. Universidade Federal do Espírito Santo Centro Universitário Norte do Espírito Santo Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical São Mateus. 2014.

GALDINO, V. S. Das plantas medicinais e a biopirataria. Disponível em: http://www.publicadireito.com.br/conpedi/manaus/arquivos/anais/manaus/direito_ambiental_valeria_silva_galdino.pdf. Acesso em: 01/ 05/ 2017.

GIORDANI, C., et al. Plantas com potencial medicinal e tóxico em comunidade atendida pelo Ambulatório Veterinário-UFPel. **R. bras. Ci. Vet.**, v. 23, n. 3-4, p. 126-132, jul./dez. 2016.

HARMAN, J. *Alternative medicine in equine practice*. IVIS with the permission of the NAVC. Orlando, Florida. Jan 2005.

KLEIN, T.; LONGHINI, R.; BRUSCHI, M. L.; MELLO, J. C. P. Fitoterápicos: um mercado promissor. **Revista de Ciência Farmacêutica Básica e Aplicada**, v. 30, n. 3, p. 241-248, 2009.

MENDIETA, M. C.; et al. Plantas tóxicas: importância do conhecimento para realização da educação em saúde. **Rev enferm UFPE on line.**, Recife, 8(3):680-6, 2014.

MONTEIRO, M. V. B.; RODRIGUES, S. T.; CAMURÇA-VASCONCELOS, A. L. F. **Plantas medicinais utilizadas na medicina etnoveterinária praticada na Ilha do Marajó**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2012. 33 p. (Documentos, 380).

MUNSTERMAN, A., MOREIRA, A., MARQUÉS, F. A avaliação de um suplemento de ervas chinesas na doença gástrica escamosa dos equinos e no PH do líquido gástrico em éguas. *Journal of veterinary internal medicine*. Ago 2019.

OLIVEIRA, L. S. T.; SILVA, S. L. C.; TAVARES, D. C.; SANTOS, A. V.; OLIVEIRA, G. C. B. Uso de plantas medicinais no tratamento de animais. **Enciclopédia Biosfera**, v. 5, n. 8, p. 1-8, 2009.

ROYER, A. F. B.; GARCIA, R. G.; BORILLE, R.; SANTANA, M. R. DE; NUNES, K. C. Fitoterapia aplicada à avicultura industrial. Enciclopédia Biosfera, v. 9, n. 17, p. 1466-1484, 2013.

SANTANA, D., SOUZA, T., PIERRO, P., AMARAL, A. Uso de plantas medicinais na criação animal. Enciclopédia biosfera. 17 de dez, 2015.

VARELA, D. S. S.; AZEVEDO, D. M. Saberes e práticas fitoterápicas de médicos na estratégia saúde da família. **Trabalho, Educação e Saúde**, v. 12, n. 2, p. 273-290, 2014.

YARDLEY, PA. Acupuncture and chinese herbal medicine for treating horses. Compedium. May 2011.

IDENTIFICAÇÃO DE HELMINTOS DE ANIMAIS MANTIDOS EM CATIVEIRO POR ANÁLISE MORFOMÉTRICA

Data de submissão: 28/02/2021

Data de aceite: 25/03/2021

Evelin Cristina Berton

Universidade de Sorocaba
Sorocaba/ SP

<http://lattes.cnpq.br/4051453932908876>

Andrea Cristina Higa Nakaghi

Universidade de Sorocaba
Sorocaba/ SP

<http://lattes.cnpq.br/5481790882198464>

Rodrigo Hidalgo Friciello Teixeira

Universidade de Sorocaba
Sorocaba/ SP

<http://lattes.cnpq.br/4960192709190937>

RESUMO: Os animais silvestres são reservatórios naturais de várias espécies de parasitas, principalmente de helmintos. Porém são poucas as referências sobre identificação e caracterização de helmintos principalmente em répteis e aves silvestres. As altas frequências de parasitoses intestinais detectadas nesses animais mostram a necessidade da identificação e conhecimento das espécies para melhor implantação de medidas preventivas visando

melhorar a sua qualidade de vida. O objetivo deste trabalho foi analisar 50 helmintos adultos colhidos de animais selvagens do acervo do Zoológico Municipal Quinzinho de Barros, Sorocaba, SP. Para a análise morfométrica os helmintos foram clarificados e diafanizados e a leitura foi realizada em microscópio óptico equipado com câmara clara e utilização do curvilímetro. Foram feitas as descrições das características com base na divisão entre mamíferos, répteis e aves, classificadas em família, gênero e espécie. A identificação da helmintofauna nos animais selvagens mantidos em cativeiro aponta para a necessidade de implantação de medidas profiláticas, visando a minimização da transmissão de parasitas dos animais de vida livre aos animais cativos.

PALAVRAS-CHAVE: Animais selvagens. Parasitas. Helmintos. Nematoda. Cestoda.

IDENTIFICATION OF HELMINTHS FROM CAPTIVE ANIMALS BY MORPHOMETRIC ANALYSIS

ABSTRACT: Wild animals are natural reservoirs of several species of parasites, mainly helminths. However, there are few references on the identification and characterization of helminths, mainly in reptiles and wild birds. The high frequencies of intestinal parasites detected in wild animals

justify the importance of the identification and knowledge of the species for preventive measures implementation to improve their quality of life. The aim of this study was to analyze 50 adults helminths collected from wild animals from the Municipal Zoo Quinzinho de Barros, Sorocaba, SP, Brazil. The morphometric analysis was done by helminths clarified and observed in a optical microscope and a curvilimeter. Descriptors of the characteristics were based on the division between mammals, reptiles and birds, classified into family genus and species. The identification of the captive wild animals helminths points to the importance of implementation of prophylatic measures, to minimize the transmission of parasites from free-living animals to captive ones.

KEY-WORDS: Wild animals. Parasites. Helminths. Nematoda. Cestoda.

1 INTRODUÇÃO

Os animais silvestres em cativeiro, condicionados ao ambiente em contato com vetores, estão dispostos a diversas situações o que pode ou não se referir a uma situação natural, como a de uma simples contaminação até uma infecção mais severa. Pelo confinamento, de uma certa forma, são induzidos ao estresse, diminuindo o sistema imunológico e facilitando o início das infecções parasitárias, essas parasitoses estão ligadas aos hábitos, alimentos dos animais, idade (DA VEIGA et al., 2005).

As doenças parasitárias são mais frequentes nestes animais, podendo ocasionar casos mais agudos nestes animais comparados com os animais de vida livre (SNAK et al., 2014). O mecanismo de uma infecção parasitária e sua consequência para o organismo não é muito conhecido, mas sabem-se que existem espécies hematófagas, e espécies que podem causar obstruções do trato digestivo, causando uma certa oposição com o organismo para a conquista dos nutrientes (NEVES, 2000).

O zoológico comporta uma grande fauna, com disposição de répteis, aves e mamíferos, recebem visitas diárias de garças, urubus, aves migratórias que passam pelo recinto, obtendo grande número de fezes desses animais que podem estar contaminadas, os quais se tornam fontes de transmissão (OLIVEIRA et al., 1999). Nas aves de cativeiro, estas infecções podem afetar no desenvolvimento reprodutivo e em seu comportamento, em consequência de uma má nutrição e juntamente com o estresse pode propor uma manifestação de infecções secundárias (FREITAS et al., 2002). Os carnívoros podem ser acometidos por muitos gêneros de helmintos, deste modo, reservatórios ou também sofrendo com alguma manifestação clínica (HERRERA et al., 2004; FIORELLO et al., 2005). Portanto, os animais selvagens mesmo em cativeiro, ainda assim são hospedeiros de uma grande variedade de parasitas (FREITAS et al., 2002).

O objetivo deste trabalho foi analisar 50 helmintos adultos colhidos de animais selvagens do acervo do Zoológico Municipal Quinzinho de Barros, Sorocaba, SP.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados 50 exemplares de helmintos parasitas de animais silvestres oriundos do acervo do Zoológico Quinzinho de Barros, localizado em Sorocaba o Estado de São Paulo, que, atualmente, abriga aproximadamente 1.250 animais silvestres de 300 espécies diferentes, dentre eles mamíferos, aves, répteis e anfíbios alojados em 260 recintos. Foram analisados os 50 exemplares, sendo 6 exemplares colhidos de répteis, 16 colhidos de aves e 28 colhidos de mamíferos durante necropsias de animais do zoológico. Dos exemplares foram obtidos dados da espécie de hospedeiro, porém nenhuma informação sobre sintomatologia e a *causa mortis* foram encontradas.

Cada exemplar de helminto mantido em formol, foi submetido ao ácido acético a 80% ou ao creosoto de Faya por 48 horas, posteriormente voltados ao ácido acético para a clarificação.

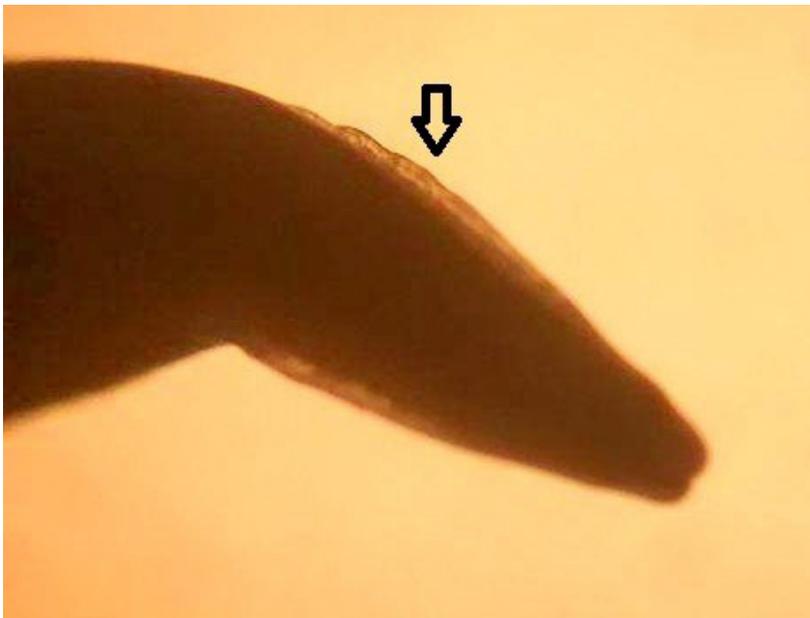
Para a identificação de exemplares menores ou particularidades não observadas em lupa, foi utilizado um microscópio binocular. Foi colocado a lâmina micrometrada sobre o microscópio para a leitura no aumento de 4x, então aplicado a placa de Petri sobre a luz do microscópio com a folha vegetal, equilibrando a luz do equipamento. Medidas foram anotadas com auxílio do microscópio, uma lâmina micrometrada e o curvímeter. Para os exemplares maiores, foram utilizadas estereomicroscópio empregando as medições diretas com uma régua. Foram analisadas as principais estruturas anatômicas como boca, cérvix, espículo.

3 RESULTADOS

As descrições das características foram feitas com base nas pranchas já descritas na literatura. Foram classificadas em família, gênero e quando possível em espécie.

Quando analisados os parasitas colhidos de hospedeiros mamíferos foram identificadas as espécies de Nematodos: *Toxocara canis* (Figura 1), *Toxocara cati*, *Toxascaris leonina*, *Cruzia tentaculata*, *Physaloptera mirandai*, *Physaloptera maxillaris*, *Ostertagia ostertagi*, *Trypanoxyuris minutus*, *Protozoophaga obesa* e *Ancylostoma braziliense*; e de Cestodos: *Bertiella studeri*, *Taenia taeniformis*, *Mathevotaenia* sp.

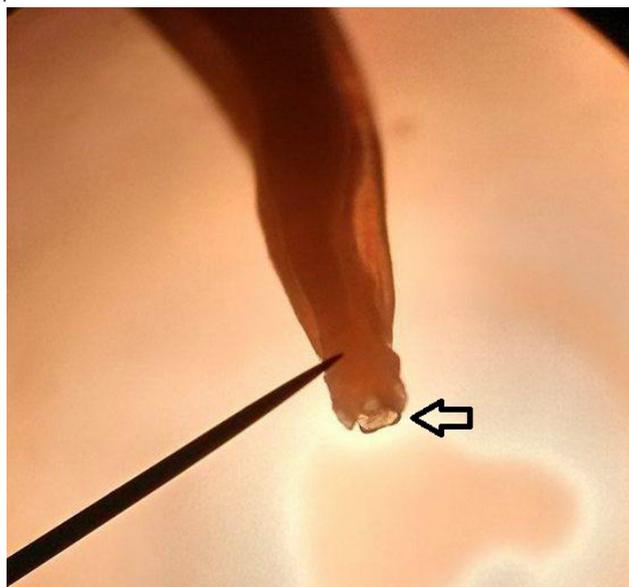
Figura 1 – Forma adulta de *Toxocara canis* identificada em mamífero. A seta indica a asa cervical característica da espécie.



Fonte própria

As espécies identificadas colhidas em répteis foram *Ophidascaris trichuriformis* (Figura 2), *Physaloptera maxillaris*, *Kalicephalus subulatus* e *Dipetalonema gracilis*.

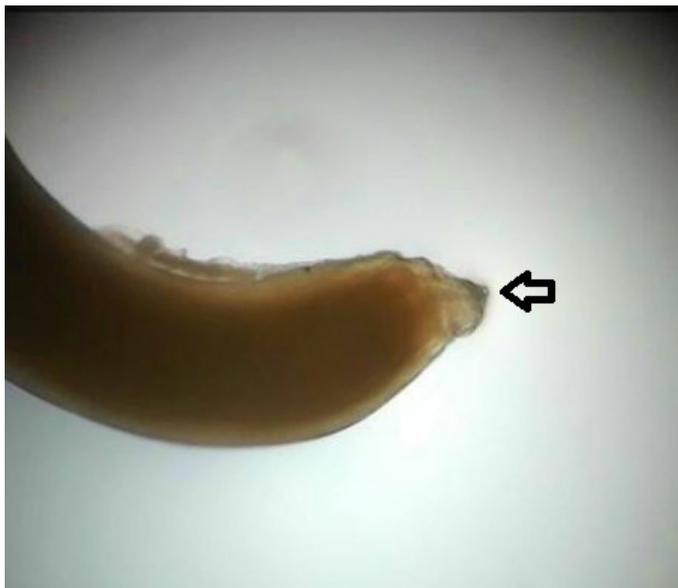
Figura 2 – Forma adulta de *Ophidascaris trichuriformis* identificada em répteis. A seta indica a cavidade bucal característica da espécie.



Fonte própria

E em aves, foram identificadas as espécies de *Porrocaecum reticulatum* (Figura 3), *Contracaecum pelagicon*, *Ascaridia galli*, *Contracaecum crenulatum*, *Contracaecum multipapillatum*, *Capillaria dujardini*, *Heterakis gallinarum* e *Tetrabothrius* sp.

Figura 3 – Forma adulta de *Porrocaecum reticulatum* identificada em aves. A seta indica lábios característicos da espécie.



Fonte própria

Na tabela 1 estão apresentados os parasitas identificados considerando-se os hospedeiros nos quais foram encontrados. Para cada grupo de hospedeiros foram elencados os parasitas identificados.

Tabela 1 – Número de exemplares identificados agrupados de acordo com a Classe de hospedeiros no qual foi encontrado.

Hospedeiros	Número de identificações	Identificação
MAMÍFEROS	5	<i>Toxocara canis</i>
	5	<i>Toxocara cati</i>
	5	<i>Toxascaris leonina</i>
	2	<i>Trypanoxyuris minutus</i>
	2	<i>Mathevotaenia</i> sp
	2	<i>Physaloptera maxillaris</i>
	1	<i>Physaloptera mirandai</i>
	1	<i>Cruzia tentaculata</i>
	1	<i>Ostertagia ostertagi</i>
	1	<i>Bertiella studeri</i>

Hospedeiros	Número de identificações	Identificação
	1	<i>Ancylostoma braziliense</i>
	1	<i>Protozoophaga obesa</i>
	1	<i>Taenia taeniformis</i>
RÉPTEIS	3	<i>Ophidascaris trichuriformis</i>
	1	<i>Physaloptera maxillaris</i>
	1	<i>Kalicephalus subulatus</i>
	1	<i>Dipetalonema gracilis</i>
AVES	4	<i>Contraecum pelagicon</i>
	4	<i>Porrocaecum reticulatum</i>
	2	<i>Capillaria dujardini</i>
	2	<i>Heterakis gallinarum</i>
	1	<i>Contraecum crenulatum</i>
	1	<i>Contraecum multipapillatum</i>
	1	<i>Ascaridia galli</i>
	1	<i>Tetrabothrius</i> sp.

4 DISCUSSÃO

Parasitas são comumente encontrados em animais silvestres, e muitos deles responsáveis por doenças e até óbitos em animais livres ou mantidos em cativeiro. Espécies do gênero *Toxocara* sp., como *T. canis*, *T. cati*, *T. leonina* foram as mais comumente identificadas em mamíferos. Conforme Viana (2009), *Toxocara* sp., é o parasita mais presente em infecções nos animais domésticos. Mesmo frequente é uma parasitose de ocorrência limitada em animais de zoológicos (DA VEIGA et al., 2005). A alta incidência desta parasitose entre os animais domésticos, principalmente gatos, pode ocasionar transmissão aos animais de zoológico, pelo contato destes animais errantes através de suas fezes. Além disso, espécies de *Toxocara* podem ser transmitidas por via transplacentária, ocasionando a infecção desses filhotes nascidos em cativeiro.

Nos répteis, foram identificados *Ophidascaris trichuriformis* e *Kalicephalus subulatus*, o que corrobora com estudos previamente realizados em serpentes (SIQUEIRA et al., 2009; BURSEY et al., 2011). Interessante ressaltar que foi identificada nesse grupo a espécie *Physaloptera maxillaris*, que é comumente encontrada em mamíferos carnívoros, porém não há descrição em répteis (VIEIRA, 2008).

Porrocaecum reticulatum, *Ascaridia galli*, *Capillaria dujardini* e *Heterakis gallinarum*, foram identificados e relata-se a ocorrência comum destes nos animais domésticos como na produção de aves de corte (FERNANDES, 2004). As mesmas espécies foram

descritas em aves exóticas e silvestres em cativeiro, ocasionando grandes problemas de comportamento e reprodutivo (LOPES et al., 2009).

O estudo das características morfológicas dos helmintos por avaliações visuais e medições, permitiu a identificação e a classificação específica de parasitas que acometem os animais mantidos no Zoológico de Sorocaba. A identificação da helmintofauna nos animais selvagens mantidos em cativeiro aponta para a necessidade de implantação de medidas profiláticas, visando a minimização da transmissão de parasitas dos animais de vida livre aos animais cativos.

REFERÊNCIAS

BURSEY, C.R.; BROOKS, D.R. Nematode Parasites of Costa Rica Snakes (Serpentes) with Description of a New Species of *Abbreviata* (Physalopteridae). **Comp. Parasitol.**, v.78, n.2, p.333-358, 2011.

DA VEIGA, Rua Antonio; KONDER, Bairro Victor. Frequência de parasitas intestinais em felinos mantidos em zoológicos. **Arq. Bras. Med.**, v. 57, n. 4, p. 559-561, 2005.

FERNANDES, Rozeverter Moreno et al. Ausência da atividade anti-helmíntica de plantas em frangos de corte naturalmente infectados com *Heterakis gallinarum* (Schranck, 1788) Madsen, 1949. **Cienc Rural**, v. 34, p. 1629-1682, 2004.

FIORELLO C.V.; ROBBINS R.G.; MAFFEI L.M.S.; WADE S.E. Parasites of free-ranging small canids and felids in the Bolivian Chaco. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, 37(2): pp.130-134, 2005.

FREITAS, L.F.A.; OLIVEIRA, B.J.; CAVALCANTI, B.M.; LEITE, S.A.; MAGALHAES, S.V.; OLIVEIRA, A.R.; SOBRINO, E.A. Parasitos gastrointestinais de aves silvestres em el estado de Pernambuco, Brasil. **Parasitol. Latino am.** V57, n.1-2, p. 50-54, 789-794, 2002.

HERRERA, H.M.; DAVILA, A.M.; NOREK, A.; ABREU, U.G.; SOUZA, S.S.; ANDREA, P.S.; JANSEN, A.M. Enzootiology of *Trypanosoma evansi* in Pantanal, Brazil. **Veterinary Parasitology**, p. 263-275, 2004.

LOPES, RAIMUNDO DE SOUZA; FILHO, RAPHAEL LUCIO ANDREATTI. Prevalência de endoparasitas em amostras fecais de aves silvestres e exóticas examinadas no laboratório de ornitopatologia e no laboratório de enfermidades Parasitárias da fmvZ-UnesP/botUcatU, SP (Nota Científica). **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 349-354, 2009.

NEVES, P. N. **Parasitologia Humana**. Ed. 10. Ed. Atheneu, p. 428, 2000.

SIQUEIRA, L.R.; MARTINS-PANIZZUTTI, M.H.; MUNIZ-PEREIRA, L.C.; PINTO, R.M. Gross lesions induced by nematodes of *Bothrops jararaca* and *Bothrops alternatus* in Brazil with two new records. **Neotrop. Helminthol.**, v.3, n.1, p.29-33, 2009.

SNAK, A., LENZI, P.F.; AGOSTINI, K.M.; DELGADO, L.E.; MONTANUCCI, C.R.; & ZABOTT, M.V. Análises coproparasitológicas de aves silvestres cativas. **Ciência Animal Brasileira**, 15(4), pp.502-507, 2014.

VIANA, José Garibaldi Leite; BENEVENGA, Sergio Fauque. Avaliação da toxicidade e da atividade antinematódica do pamoato de pirantel em *Toxocara* sp. e *Ancylostoma* sp. parasitas de cães. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v. 18, n. 3, 2009.

VIEIRA, Fabiano M. et al. Checklist of helminth parasites in wild carnivore mammals from Brazil. **Zootaxa**, v. 1721, p. 1-23, 2008.

CAPÍTULO 24

OCORRÊNCIA DE HEMOPARASITOSE EM CÃES ATENDIDOS EM HOSPITAL VETERINÁRIO DE CAMPO GRANDE, ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL, BRASIL

Data de submissão: 29/01/2021

Data de aceite: 24/02/2021

Camila Maria dos Santos

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
(UFMS)

Universidade Anhanguera- UNIDERP
Campo Grande – Mato Grosso do Sul
<http://lattes.cnpq.br/9821377285912570>

Flavia de Oliveira Conte

Universidade Anhanguera- UNIDERP
Campo Grande – Mato Grosso do Sul
<http://lattes.cnpq.br/2260736614611908>

Ana Lúcia Tonial

Universidade Anhanguera- UNIDERP
Campo Grande – Mato Grosso do Sul
<http://lattes.cnpq.br/9498127324543007>

Alessandra Augustos Bairros

Universidade Anhanguera- UNIDERP
Campo Grande – Mato Grosso do Sul
<http://lattes.cnpq.br/8845136091719154>

Dina Regis Recaldes Rodrigues Argeropulos Aquino

Profª da Universidade Anhanguera - UNIDERP
Campo Grande – Mato Grosso do Sul
<http://lattes.cnpq.br/8354078296622835>

Alexsandra Rodrigues de Mendonça Favacho

Pesquisadora, Fundação Oswaldo Cruz
Fiocruz Mato Grosso do Sul
Profª da Universidade Anhanguera- UNIDERP
Campo Grande – Mato Grosso do Sul
<http://lattes.cnpq.br/3659764109058485>

RESUMO: O presente estudo retrospectivo analisou os casos suspeitos de hemoparasitoses transmitidas por vetores artrópodes em cães atendidos no período de janeiro a dezembro de 2017 no Hospital Veterinário (HOVET) da Universidade Anhanguera-UNIDERP, na cidade de Campo Grande, no estado do Mato Grosso do Sul na região Centro-Oeste do Brasil. Os cães foram avaliados segundo achados clínicos e laboratoriais. Foram atendidos 538 casos suspeitos de hemoparasitoses, 260 (48,3%) foram confirmadas para hemoparasitoses transmitidas por artrópodes. Os resultados positivos mostraram 88% (228/260) para *Leishmania* spp., 7,4% (19/260) para *Ehrlichia* spp., 3,5% (9/260) para *Babesia* spp., 0,8% (2/260) para *Hepatozoon* spp. e *Anaplasma* spp. Sabendo-se que o estado de Mato Grosso do Sul, é uma região endêmica para leishmaniose e de elevada população ambiental de carrapatos, faz-se necessário a inclusão de erliquiose, babesiose, anaplasmosose e hepatozoonose no diagnóstico diferencial em cães suspeitos de hemoparasitas.

PALAVRAS-CHAVE: Hemoparasitoses. Cães. Mato Grosso do Sul.

HEMOPARASITOSIS IN DOGS TREATED AT A VETERINARY HOSPITAL IN CAMPO GRANDE, STATE OF MATO GROSSO DO SUL, BRAZIL

ABSTRACT: The present retrospective study analyzed the suspected cases of hemoparasitoses transmitted by arthropod vectors in dogs treated from January to December 2017 at the Veterinary Hospital (HOVET) of the Anhanguera-UNIDERP University, in the city of Campo Grande, in the state of Mato Grosso do Sul in the Midwest region of Brazil. The dogs were evaluated according to clinical and laboratory findings. A total of 538 (100%) cases of suspected haemoparasitosis were treated, 260 (48.3%) were confirmed for arthropod-borne hemoparasitosis. The positive results showed 88% (228/260) for *Leishmania* spp., 7.4% (19/260) for *Ehrlichia* spp., 3.5% (9/260) for *Babesia* spp., 0.8% (2 / 260) for *Hepatozoon* spp. and *Anaplasma* spp. Since the state of Mato Grosso do Sul is an endemic region for leishmaniasis and a high environmental population of ticks, it is necessary to include ehrlichiosis, babesiosis, anaplasmosis and hepatozoonosis in the differential diagnosis in dogs suspected of hemoparasites.

KEYWORDS: Hemoparasitoses. Dogs. Mato Grosso do Sul.

1 INTRODUÇÃO

As hemoparasitoses, transmitidas por vetores hematófagos, são doenças de distribuição mundial com grande importância na clínica médica veterinária e para saúde pública. Entre as principais doenças que afetam animais domésticos e selvagens no Brasil e no mundo estão a babesiose, ehrliquiose, anaplasmose e hepatozoonose (Otranto & Dantas-Torres, 2010).

A erliquiose é uma doença causada por bactérias gram-negativas do gênero *Ehrlichia* que pertence a ordem Rickettsiales; são parasitas intracelulares obrigatórias de células hematopoiéticas, tais como monócitos e macrófagos (Aguiar e cols., 2007). As espécies já descritas no Brasil são: *E. ewingii* agente etiológico da erliquiose granulocítica humana e canina; *E. chaffensis* agente da erliquiose monocítica humana e *E. canis* agente da erliquiose monocítica canina (Vieira e cols., 2011).

A hepatozoonose canina é causada por protozoários do gênero *Hepatozoon* pertencentes a ordem Eucoccidiida e família Hepatozoidae (Smith, 1996). *Hepatozoon canis* e *Hepatozoon americanum* são as duas espécies responsáveis por infectar os cães. Em vários países inclusive o Brasil, o agente da hepatozoonose canina é o *Hepatozoon canis*, é transmitido pelo carrapato *Rhipicephalus sanguineus*. Na América do Norte, o agente é o *H. americanum* (Rubini e cols. 2005; Baneth, 2011). Esses dois protozoários são geneticamente distintos, assim como nos seus aspectos clínicos, patológicos e

antigênicos, e também no que diz respeito ao vetor de transmissão, que no caso do *H. americanum* é o carrapato *Amblyomma maculatum* (Baneth e cols. 2003).

A babesiose é doença infecciosa causada pelo protozoário do gênero *Babesia*, da ordem Piroplasmorida e família Babesiidae, que infecta e replica exclusivamente dentro de eritrócitos e induz anemia hemolítica (Chauvin e cols., 2009). No Brasil a babesiose é endêmica e uma das mais importantes infecções que acomete os cães por hemoprotozoários; é causada por *Babesia canis* e *Babesia gibsoni*, ambas transmitidas principalmente pelo carrapato *Rhipicephalus sanguineus* (Dantas-Torres; Figueredo, 2006).

O objetivo deste estudo retrospectivo foi analisar os casos suspeitos de hemoparasitoses transmitidas por vetores artrópodes em cães atendidos no período de janeiro a dezembro de 2017 no Hospital Veterinário (HOVET) da Universidade Anhanguera-UNIDERP, na cidade de Campo Grande, no estado do Mato Grosso do Sul na região Centro-Oeste do Brasil e avaliar o potencial dos animais confirmadamente positivos como reservatórios e ou amplificadores para hemoparasitoses.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

No presente estudo, hemoparasitas transmitidas por vetores artrópodes de importância médica e veterinária foram analisadas.

Foi realizado um levantamento da ficha clínica dos animais no banco de dados do HOVET atendidos no período de janeiro a dezembro de 2017, observando-se o número de amostras enviadas ao Laboratório de Patologia do HOVET com suspeita para hemoparasitoses, os casos confirmadamente positivos e os métodos diagnóstico utilizados.

Os cães, machos e fêmeas, com idades variadas foram avaliados segundo achados clínicos e laboratoriais. No momento do atendimento foram obtidas amostras de sangue venoso de cada cão e os proprietários dos animais foram esclarecidos sobre o estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido autorizando o uso das amostras coletadas para fins de ensino e pesquisa.

A confirmação dos casos suspeitos para *Ehrlichia* spp., *Babesia* spp., *Hepatozoon* spp. e *Anaplasma* spp. foi por meio da avaliação do esfregaço sanguíneo utilizando amostra de sangue total. O esfregaço sanguíneo foi confeccionado a partir de uma gota de sangue em uma lâmina, após sua secagem foi realizada a coloração, para avaliação das células, contagem de plaquetas e pesquisa de hemoparasitas.

Para *Leishmania* spp. foram considerados animais positivos em pelo menos uma das análises laboratoriais realizadas através de teste de Reação de Imunofluorescência Indireta (RIFI) 1:40 e 1:80, Elisa, Imunocromatografia ou procedimentos de exames parasitológicos pela punção aspirativa de linfonodo com pesquisa direta de *Leishmania* spp. em lâminas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram atendidos 538 (100%) de casos suspeitos de hemoparasitoses, 260 (48,3%) foram confirmadas para hemoparasitoses transmitidas por artrópodes (Figura 1). Os resultados positivos mostraram 88% (228/260) para *Leishmania* spp., 7,4% (19/260) para *Ehrlichia* spp., 3,5% (9/260) para *Babesia* spp., 0,8% (2/260) para *Hepatozoon* spp. e *Anaplasma* spp. (Figura 2).

O resultado do presente estudo mostrou que na população de cães estudada as hemoparasitoses transmitidas por vetores artrópodes estão presentes na rotina da clínica médica veterinária no município de Campo Grande, Mato grosso do Sul na região Centro-Oeste do Brasil. A doença foi diagnosticada todos os meses durante o período abrangido por este estudo retrospectivo (janeiro a dezembro, 2017).

Constatou-se a presença de *E. canis* em 19% cães avaliados, valor este superior aos encontrados por Oliveira e cols. (2000), Faria e cols. (2010), Ueno e cols. (2009) e Soares e cols. (2006), que obtiveram 2, 5,7, 7 e 16%, respectivamente, utilizando esfregaço sanguíneo como método diagnóstico. Sabe-se que o esfregaço sanguíneo não é um método diagnóstico efetivo, visto que as mórulas são visualizadas apenas durante a fase aguda da doença e em geral, menos de 1% das células estão infectadas (Cadman e cols.,1994).

Existem poucos relatos na literatura sobre a ocorrência de *Babesia* sp. em cães no Brasil. O presente estudo diagnosticou *Babesia* spp. em 3,5% dos cães por meio do esfregaço sanguíneo. Esse resultado encontra-se dentro do identificado em estudos similares conduzidos no Brasil, que utilizaram o esfregaço sanguíneo no diagnóstico de babesiose em cães. O´Dwyer e cols. (2001), estudando cães de áreas rurais do estado do Rio de Janeiro, diagnosticaram *B. canis* em 5,2% dos cães por meio do esfregaço sanguíneo. Moura e cols. (2002) utilizando a técnica de esfregaço sanguíneo, detectou *B. canis* em somente 2,5% nos cães atendidos pelo Laboratório de Parasitologia da Universidade de Cuiabá. Salgado em 2006, realizou esfregaços de sangue periférico e venoso em 167 animais provenientes do Centro de Controle de Zoonoses de Campo Grande, MS, e constatou que 10,78% das amostras evidenciaram positividade para *Babesia canis*.

No Brasil a hepatozoonose canina pode estar sendo subdiagnosticada por parte dos médicos veterinários devido principalmente a falta de estudos a respeito de sua patogênese e epidemiologia. Poucos estudos têm sido conduzidos em Campo Grande, no estado do Mato Grosso do Sul, para determinar a ocorrência de infecção por *H. canis* em cães domésticos, mas o estado carece de investigações quanto caracterização genética e epidemiologia do agente. Os resultados do presente estudo corroboram os resultados descritos por Salgado (2006), no qual a taxa de infecção de *Hepatozoon* spp. de 2.4% foi

observada por microscópica do esfregaço sanguíneo de cães capturados pelo Centro de Controle de Zoonoses de Campo Grande, MS.

Em outros estudos, a prevalência de infecção por *Hepatozoon* sp. em cães variou de acordo com a área sob estudo. No Rio de Janeiro, a prevalência da infecção por *Hepatozoon* spp. em cães de áreas rurais, foi alta em algumas localidades, variando de 9,1% a 59,4%, utilizando a técnica de esfregaço sanguíneo (O'Dwyer e cols., 2001). Gomes e cols. (2010) avaliaram a ocorrência de infecção por *Hepatozoon* sp. em cães de área urbana em Uberlândia, Minas Gerais e em 23 (7,66%) cães examinados, foram observados gamontes no esfregaço sanguíneo.

Como o método diagnóstico utilizado neste estudo foi baseado na pesquisa direta de *Ehrlichia* spp., *Babesia* spp., *Hepatozoon* spp. e *Anaplasma* spp na circulação sanguínea, sugere-se que a população de cães avaliados estivesse em fase aguda da doença. Isso reforça a importância do clínico veterinário no Brasil e em especial nas regiões endêmicas para hemoparasitoses, realizarem o diagnóstico diferencial para hemoparasitas dos cães com sinais clínicos compatíveis e alterações hematológicas sugestivas com as doenças transmitidas por artrópodes, combinados com métodos sorológicos e moleculares, assegurando um melhor entendimento sobre a epidemiologia dessas doenças no território brasileiro.

Figura1: Avaliação diagnóstica para hemoparasitoses transmitidas por vetores artrópodes.

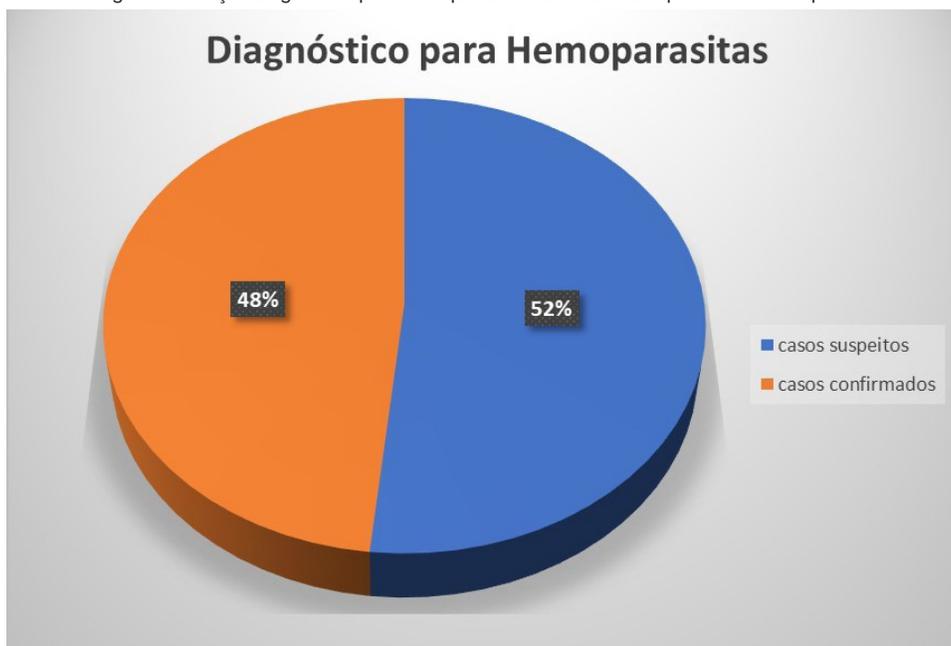
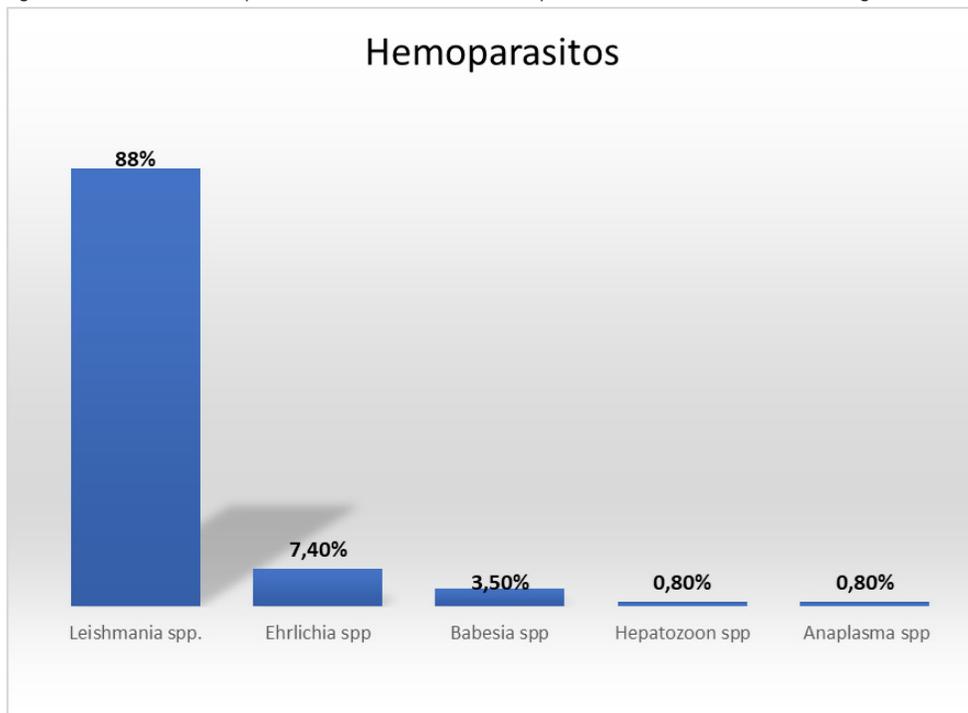


Figura 2: Ocorrência de hemoparasitas em cães atendidos no Hospital Veterinário da Universidade Anhanguera-Uniderp.



É importante chamar a atenção para a vigilância epidemiológica desses patógenos para garantir a saúde dos animais e conseqüentemente da população que com eles convivem. Sabendo-se que o estado de Mato Grosso do Sul, é uma região endêmica para leishmaniose e de elevada população ambiental de carrapatos, faz-se necessário a inclusão de erliquiose, babesiose, anaplasnose e hepatozoonose no diagnóstico diferencial em cães suspeitos de hemoparasitas.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR D. M.; SAITO B. T.; HAGIWARA M. K.; MACHADO R. Z.; LABRUNA M. B. **Diagnóstico sorológico de erliquiose canina com antígeno brasileiro de *Ehrlichia canis***. Ciência Rural, Santa Maria, 37(3), p. 796-802, 2007.
- BANETH G; MATHEW J.S.; SHKAP V.; MACINTIRE D.K.; BARTA J.R; EWING S.A. **Canine hepatozoonosis: two disease syndromes caused by separate *Hepatozoon* spp.** Trends in Parasitology. 19: 27-31, 2003.
- BANETH G. **Perspective on canine and feline hepatozoonosis.** Vet Parasitol. Sep 8;181(1):3-11, 2011.
- CADMAN, H. F.; KELLY, P. J.; MATTHEWMAN, L. A. **Comparison of the dot-blot enzyme linked immunoassay with immunofluorescence for detecting antibodies to *Ehrlichia canis***. Veterinary Record, v. 135, n. 15, p. 362, 1994.

CHAUVIN A, E. MOREAU, S. BONNET, O. PLANTARD, L. MALANDRIN. **Babesia and its hosts: adaptation to long-lasting interactions as a way to achieve efficient transmission.** Vet. Res., 40, pp. 1-18, 2009.

DANTAS-TORRES, F.; FIGUEREDO, L. A. **Canine babesiosis: A brazilian perspective.** Veterinary Parasitology, Amsterdam, v. 141, n. 3/4, p. 197-203, 2006.

FARIA, J. L. M. et al. **Ehrlichia canis morulae and DNA detection in whole blood and spleen aspiration samples.** Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, v. 19, n. 2, p. 98-102, 2010.

GOMES PV, MUNDIM MJS, MUNDIM AV, ÁVILA DF, GUIMARÃES EC, CURY MC. **Ocurrência de Hepatozoon sp. in dogs in the urban area originating from a municipality in southeastern Brazil.** Vet Parasitol.,174:155-61, 2010.

MOURA, S. T.; FERNÁNDEZ, C. G. N.; RUFFINO, S. et al. **Ocorrência de hemoparasitos em cães de Cuiabá, Estado de Mato Grosso** 2002. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PARASITOLOGIA, 12., 2002. Rio de Janeiro-RJ. ANAIS...Rio de Janeiro: 2002, (CD).

O'DWYER, L. H.; MASSARD, C. L.; PEREIRA DE SOUZA, J. C. **Hepatozoon canis infection associated with dog ticks of rural areas of Rio de Janeiro State, Brazil.** Vet. Parasitol. v. 94, n. 3, p. 143-150, 2001.

OLIVEIRA, D. et al. **Anti- Ehrlichia canis antibodies detection by "Dot-ELISA" in naturally infected dogs.** Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, v. 9, n. 1, p. 1-5, 2000.

OTRANTO D, DANTAS-TORRES F. **Canine and feline vector-borne diseases in Italy: current situation and perspectives.** Parasites Vectors 3:2,1-12, 2010.

RUBINI, A. S.; PADUAN, K. S.; CAVALCANTE, G. G.; RIBOLLA, P. E. M.; O'DWYER, L. H. **Molecular identification and characterization of canine Hepatozoon species from Brazil.** Parasitology Research, Berlin, v. 97, n. 2, p. 91-93, 2005.

SALGADO, F.P. **Identificação de hemoparasitos e carrapatos de cães procedentes do Centro de Controle de Zoonoses de Campo Grande, estado do Mato Grosso do Sul, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2006.

SMITH, T. G. **The genus Hepatozoon (Apicomplexa: Adeleina).** Journal of Parasitology, Lawrence, v. 82, n. 4, p.565-585, 1996.

SOARES, A. O. et al. **Avaliação ectoparasitológica e hemoparasitológica em cães criados em apartamentos e casas com quintal na cidade de Juiz de Fora, MG.** Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, v. 15, n. 1, p. 13-16, 2006.

UENO, T. E. H. et al. **Ehrlichia canis em cães atendidos em hospital veterinário de Botucatu, Estado de São Paulo, Brasil.** Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, v. 18, n. 3, p. 57-61, 2009.

VIEIRA, R.F.C et al. **Ehrlichiosis in Brazil.** Rev. Bras. Parasitol. Vet. v. 20, n. 1, jan.-mar. 2011.

LEISHMANIOSE VISCERAL: UMA DOENÇA EMERGENTE NO ATENDIMENTO CLÍNICO DO PACIENTE FELINO

Data de submissão: 27/02/2021

Data de aceite: 24/03/2021

Vivian Marçal Queiroz

Universidade de Sorocaba

Sorocaba – São Paulo

<http://lattes.cnpq.br/6639470303693854>

Andrea Cristina Higa Nakaghi

Universidade de Sorocaba

Sorocaba – São Paulo

<http://lattes.cnpq.br/5481790882198464>

RESUMO: O aumento dos casos de leishmaniose visceral associado ao crescimento populacional de gatos tem sido motivo de vários estudos sobre a participação desta espécie como hospedeira no ciclo da *Leishmania infantum*. Seus hábitos atávicos os colocam em proximidade com os flebotomíneos, e xenodiagnósticos comprovam que gatos infectados por *L. infantum* podem transmitir formas amastigotas ao vetor durante o repasto sanguíneo. Geralmente apresentam infecção subclínica devido a uma melhor resposta imune celular frente ao parasita. Aqueles que adoececem apresentam principalmente lesões cutâneas e/ou mucocutâneas, oftálmicas e

linfadenomegalia; sinais clínicos que podem ser confundidos com outras enfermidades. O diagnóstico é complexo e muitas vezes é necessário associar técnicas sorológicas, moleculares e parasitológicas. Informações sobre a eficácia dos fármacos utilizados para o tratamento em gatos são escassas. Atualmente preconiza-se o Alopurinol por tempo prolongado, monitorando o paciente periodicamente em busca de efeitos colaterais. A prevenção da infecção deve sempre ser a conduta adotada a fim de garantir a Saúde Única.

PALAVRAS-CHAVE: Gato. *Leishmania infantum*. Epidemiologia. Hospedeiro.

VISCERAL LEISHMANIASIS: AN EMERGING DISEASE IN THE CLINICAL CARE OF THE FELINE PATIENT

ABSTRACT: The increase of visceral leishmaniasis cases associated with the cat population growth has been the reason behind several studies regarding the role of this species as a host in the *Leishmania infantum* cycle. Its atavistic habits put them in proximity with sandfly, and xenodiagnosics have proven that cats infected with *L. infantum* can transmit amastigotes forms to the vector during its blood meals. They usually have subclinical infection due to a better cellular immune response towards the parasite. Those

who eventually get sick primarily present skin and/or muco-cutaneous lesions, ocular lesions and lymphadenomegaly; clinical signs that might muddle with other diseases. Diagnosis is complex and there should be an association between serological, molecular and parasitological techniques. Informations about the efficiency of the drugs used to treat cats are still lacking. Long-term Allopurinol is currently preconized while periodically monitoring the patient for side effects. Infection prevention should always be conducted to ensure One Health.

KEYWORDS: Cat. *Leishmania infantum*. Epidemiology. Host.

1 INTRODUÇÃO

A leishmaniose visceral (LV) é endêmica em diversas áreas tropicais e subtropicais do mundo, atualmente considerada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) uma doença reemergente, negligenciada e uma das seis endemias tropicais prioritárias no programa de controle de doenças (PAHO, 2019). Sua rápida expansão em diversos municípios nas várias regiões do Brasil, apesar das medidas profiláticas determinadas pelo Ministério da Saúde, tem sido a base de pesquisas a procura de outras espécies de hospedeiros vertebrados que possam participar do processo de transmissão da *Leishmania infantum*, agente causal da enfermidade (PERUCA *et al.*, 2017).

Na medicina veterinária, os cães são de interesse primário quando se trata de leishmaniose visceral, tendo em vista que são o principal reservatório de *L. infantum* no ambiente urbano (SOLANO-GALLEGO *et al.*, 2011). No entanto, outros animais também em contato com o homem podem estar inseridos na epidemiologia da doença, como os felinos domésticos (LEISHVET, 2018).

A leishmaniose felina (LF) tem sido relatada de maneira crescente no mundo inteiro nas últimas décadas, especialmente nos países da América do Sul, Mediterrâneo e Oriente Médio (ASFARAM; FAKHAR; TESHNIZ, 2019). Apesar de possuir menor prevalência quando comparada aos cães, é provável que sua distribuição em áreas endêmicas seja subestimada (IATTA *et al.*, 2019). O aumento no número de casos pode ser explicado pelo aprimoramento das técnicas diagnósticas, o avanço da medicina felina e pelo melhor entendimento da interação parasita-hospedeiro-vetor, classificando-a como uma doença emergente na clínica de felinos (PENNISI; PERSICHETTI, 2018).

A popularidade dos gatos como animais de estimação nas residências brasileiras cresce a cada ano (ABINPET, 2019), o que demanda profissionais capacitados e atualizados em relação às enfermidades da espécie (BICALHO; CARNEIRO, 2016), principalmente àquelas de relevância em saúde pública (GOMES *et al.*, 2016).

Desse modo, considerando o papel do médico veterinário na saúde única, a presente revisão pretende reunir informações atuais e relevantes sobre a leishmaniose felina, no aspecto clínico, diagnóstico e de prevenção da infecção nos animais e no homem.

2 EPIDEMIOLOGIA E SAÚDE PÚBLICA

A leishmaniose visceral está presente em cinco continentes, sendo endêmica em 77 países, a maioria em desenvolvimento. Cerca de 50.000 a 90.000 novos casos no mundo são reportados anualmente à OMS; 90% destes são originados de Bangladesh, Índia, Nepal, Sudão e Brasil (WHO, 2020).

Nas Américas, o Brasil é responsável por 97% dos casos dentre os 12 países acometidos pela leishmaniose visceral. Segundo a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) (2019), houve uma queda na incidência da doença no continente, porém nota-se uma difusão territorial.

A urbanização da LV é observada no Brasil desde a década de 1980. Até então, a doença era restrita a áreas rurais e ao nordeste do país (WERNECK, 2014). A partir dessa época, ocorreu uma mudança em seu perfil epidemiológico, caracterizada por uma expansão geográfica em direção ao norte, centro-oeste e sudeste, com consequente aparecimento de focos de LV nas grandes cidades. Diversos fatores contribuíram para esse fenômeno como a intensa migração de pessoas para os grandes centros urbanos por questões econômicas, sociais, demográficas, políticas, ambientais, e até mesmo a movimentação de cães entre áreas endêmicas e não endêmicas. A adaptação do próprio flebotomíneo *Lutzomyia longipalpis* (principal vetor no Brasil) às áreas modificadas pelo homem também justifica esse novo comportamento (BRASIL, 2014).

Medidas de vigilância, controle e prevenção foram implantadas pelo Ministério da Saúde na tentativa de conter a expansão territorial da LV no Brasil. Em teoria, as diretrizes do programa abrangem atividades em todos os eixos da cadeia de transmissão: parasita (reservatórios), homem (hospedeiros) e vetor. No entanto, as estratégias infelizmente são centradas na eutanásia dos reservatórios sororeagentes para *L. infantum*, os cães (VON ZUBEN; DONALÍSIO, 2016). Muitas das ações epidemiológicas necessárias para o sucesso do programa são negligenciadas, resultando em pouca efetividade e no aumento da ocorrência da doença a despeito de esforços (WERNECK *et al.* 2014; MACHADO; SILVA; VILANI, 2016).

Para contornar essa situação, deve-se investir e aperfeiçoar as políticas já existentes (SOUZA; LIMA, 2018), além de reforçar aos médicos veterinários seu papel no combate à leishmaniose visceral tanto no âmbito da saúde pública como no bem-estar animal (BRASILEISH, 2018).

Há uma grande discussão sobre leishmaniose visceral canina (LVC), porém frente a estudos recentes, é importante reconhecer que outros animais de áreas endêmicas, expostos à cães portadores e ao flebotomíneo, como os gatos, podem ser infectados por *L. infantum*, como têm sido relatados em diversas regiões do mundo e no Brasil (PENNISI; PERSICHETTI, 2018; ROCHA *et al.*, 2019).

3 HISTÓRICO DA LEISHMANIOSE FELINA E PANORAMA ATUAL

O primeiro relato de um felino naturalmente infectado por *Leishmania* spp. foi na Argélia em 1912 (SERGENT *et al.*, 1912). Essa descoberta deu início à novas investigações do protozoário em gatos a nível global. No Velho Mundo, países da Europa, Ásia e África vem apresentando casos de leishmaniose felina há anos, uns com mais ou menos frequência (ASFARAM; FAKHAR; TESHNIZI, 2019). Embora gatos infectados por *Leishmania* spp. normalmente sejam provenientes de regiões endêmicas para a LV humana e canina (PENNISI *et al.*, 2015a), países com raros casos autóctones também já relataram leishmaniose em gatos realojados (RICHTER; SCHAARSCHMIDT-KIENER; KRUEDEWIG, 2014), ressaltando que a movimentação de animais pelos continentes pode levar a um aumento da doença, inclusive em áreas não endêmicas (PENNISI, 2018).

No Novo Mundo, a maior parte dos casos concentra-se na América Latina, englobando especialmente o Brasil (HEADLEY *et al.*, 2019).

Cinco espécies de *Leishmania* são infectantes para os felinos domésticos (PENNISI *et al.* 2015a); dessas, três são encontradas no Brasil: *L. infantum*, que causa a forma visceral, podendo ser manifestada através de alterações cutâneas; *L. (Vianna) braziliensis* e *L. amazonenses*, que causam apenas doença tegumentar (SILVEIRA NETO *et al.*, 2015).

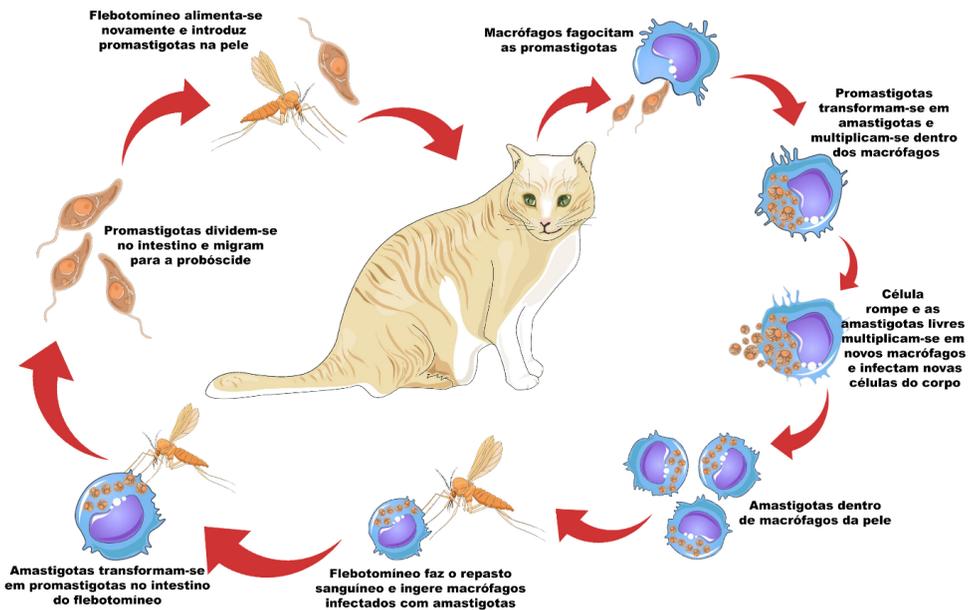
A ocorrência de leishmaniose em gatos brasileiros data desde 1940 (MELO, 1940). Conforme a dispersão da doença pelo país, o Brasil intensificou suas pesquisas de LF (SILVEIRA NETO *et al.* 2015). Atualmente a frequência de infecção varia entre 0% e 54% (BEZERRA *et al.*, 2019), semelhante ao que é encontrado no Velho Mundo (PENNISI *et al.*, 2015a). A detecção de anticorpos anti-*Leishmania* e de *Leishmania* spp. em felinos já foi descrita em diferentes Estados e biomas como Piauí (DE MENDONÇA *et al.*, 2017), Tocantins (SOUSA *et al.*, 2019), Mato Grosso do Sul (ANTUNES *et al.*, 2016), Rio de Janeiro (PADUA, 2017), São Paulo (VIDES *et al.*, 2011), o que indica que gatos de áreas endêmicas do Brasil estão em contato com o protozoário, principalmente *L. infantum*.

4 CICLO BIOLÓGICO E TRANSMISSÃO

O ciclo biológico da *Leishmania* spp, envolve um vetor, o flebotomíneo, e um hospedeiro vertebrado (Figura 1). A principal forma de transmissão do parasita é através da picada do flebotomíneo. Os vetores envolvidos no ciclo da leishmaniose são do gênero *Phlebotomus* no Velho Mundo, e *Lutzomyia* no Novo Mundo (BANETH; SOLANO-GALLEGO, 2015). No Brasil, as espécies de *Lutzomyia* mais frequentemente encontradas são *Lu. cruzi* e *Lu. longipalpis*, esta última sendo a mais comum (BRASIL, 2014).

O flebotomíneo *Lu. longipalpis* está altamente adaptado a diferentes ambientes e temperaturas, podendo ser encontrado intradomicílio e em abrigos de animais domésticos, além de áreas de matas, em todas as épocas do ano. Sua atividade é crepuscular e noturna. Somente as fêmeas são hematófagas obrigatórias, e estas se alimentam em várias espécies de animais vertebrados próximos aos seus locais de reprodução devido à sua baixa capacidade de voo, o que indica que sua picada pode restringir-se aqueles mantidos em locais próximos aos criadouros (BANETH; SOLANO-GALLEGO, 2015; TAYLOR; COOP; WALL, 2017).

Figura 1 - Representação esquemática do ciclo biológico da *Leishmania* spp.



Fonte: Adaptado de ESCCAP (2019). Figura criada a partir de Servier Medical Art, licenciada sob Creative Commons Attribution 3.0 Unported License.

Apesar de o ciclo não ter sido ativamente estudado em gatos, acredita-se que o mesmo ocorre nas infecções naturais nessa espécie, pois já foi comprovado que

flebotomíneos, tanto do gênero *Phlebotomus* quanto *Lutzomyia*, podem utilizar sangue de gatos como fonte de alimento. Estudos entomológicos mostram que os flebotomíneos do gênero *Phlebotomus* possuem preferência por sangue de gatos quando comparado com cães e humanos, enquanto o mesmo não parece ser verdadeiro para *Lu. longipalpis* (SALES *et al.*, 2015; GONZÁLES *et al.*, 2017). Informações sobre os hábitos alimentares desses vetores são importantes para definir os potenciais reservatórios de *L. infantum* (GUIMARÃES-E-SILVA *et al.*, 2017).

Pennisi *et al.* (2015a) e Persichetti *et al.* (2016) detectaram gatos com ectoparasitas albergando *L. infantum*, similarmente ao que já foi encontrado em cães. No entanto, ainda não há evidências de que estes possam transmitir o protozoário (PENNISI, 2018).

Formas não vetorais de transmissão como vertical e venérea também são possíveis em cães e humanos, entretanto essas ainda não foram descritas em felinos (SOLANO-GALLEGO *et al.*, 2011; PENNISI *et al.*, 2015a).

Em contrapartida, a transfusão sanguínea é um método de transmissão viável, visto que o sangue de animais clinicamente saudáveis pode apresentar DNA de *Leishmania* spp. quando avaliado por técnicas moleculares ou parasitológicas (esfregaço sanguíneo) (CHATZIS *et al.*, 2014; METZDORF *et al.*, 2017). Portanto, de acordo com as diretrizes sobre transfusão de sangue em gatos, deve-se considerar testar doadores para *L. infantum* em áreas endêmicas (PENNISI *et al.*, 2015b).

5 FATORES DE RISCO E RELEVÂNCIA COMO RESERVATÓRIO

Diversos estudos epidemiológicos buscam associar a infecção com certas características a fim de determinar os animais mais susceptíveis ao contato com *Leishmania* spp. Os dados, no entanto, são controversos. Ao passo que autores afirmam uma ausência de predisposição sexual, etária ou racial (GIANNAKOPOULOS *et al.*, 2017; DE MATOS *et al.*, 2018; IATTA *et al.*, 2019; CAMPRIGHER *et al.*, 2019), alguns mostram que machos são mais acometidos (SOBRINHO *et al.*, 2012; MONTOYA *et al.*, 2018); e outras fêmeas (COSTA *et al.*, 2010). Oliveira *et al.* (2015) detectou apenas animais jovens; Ayllón *et al.* (2012) e Otranto *et al.* (2017) notaram maior prevalência em animais adultos, sêniores e geriátricos.

Em relação ao ambiente e estilo de vida, o contato com cães com LVC, más condições higiênicas e área rural tiveram relevância nos resultados (CARDOSO *et al.*, 2010; ROCHA *et al.*, 2019). Apesar de não excluir a possibilidade de gatos domiciliados entrarem em contato com o parasita (MORELLI *et al.*, 2019), gatos semi-domiciliados, errantes e de abrigos possuem maior soroprevalência (SPADA *et al.*, 2016).

Considerando a grande quantidade de animais errantes no Brasil e aqueles com acesso à rua, deve-se dar atenção especial a esse fator de risco que pode colocar o gato em um papel de reservatório (CANATTO *et al.*, 2012; DANTAS-TORRES; OTRANTO, 2014).

A interação entre parasita e reservatório é complexa, multifatorial e dinâmica. Apenas a infecção em um animal não é evidência suficiente para incriminá-lo como reservatório. Um bom reservatório é aquele em contato com o homem e que garante a circulação e manutenção da *Leishmania* spp. na natureza (PAHO, 2019). Essa definição se enquadra bem aos gatos, pois podem apresentar infecção crônica, muitas vezes sem desenvolver doença; transmitem o parasita para os flebotomíneos, comprovado pelo xenodiagnóstico; e possuem características que contribuem para a sua exposição ao comportamento eclético e oportunista do vetor como hábitos noturnos, caça predatória (aproxima-o de animais pelo qual o vetor tem preferência alimentar), coabitam com o homem e circulam em um raio de 1,5 km de sua residência, muitas vezes utilizando áreas de mata como território, favorecendo a conexão do ciclo selvagem com o doméstico e a disseminação do parasita (AFONSO *et al.*, 2012; NOÉ *et al.*, 2015; SOARES; DUARTE; SOUSA, 2016; DE MENDONÇA *et al.*, 2020).

6 IMUNOPATOGENIA

Acredita-se que os felinos sejam mais resistentes às infecções transmitidas por artrópodes. Seu sistema imune é similar ao do cão, porém a interação entre seus componentes pode ser diferente, devido a fatores genéticos ou não, levando a melhores efeitos imunológicos contra *Leishmania* spp. e uma “imunidade natural” (DAY, 2016).

A resposta imune eficaz contra leishmaniose é a mediada por células através da ativação de macrófagos que eliminam as formas amastigotas de *Leishmania* spp. (resposta Th1). Caso ela não ocorra ou seja insuficiente, a resposta Th2 mediada por anticorpos se sobressairá (SOARES; DUARTE; SOUSA, 2016). Sugere-se que gatos sejam mais eficientes em desenvolver uma resposta Th1. Priolo *et al.* (2019) demonstraram que gatos produtores de IFN- γ específicos contra *L. infantum*, uma das citocinas indutoras da fagocitose e destruição do parasita pelos macrófagos, possuem menores títulos de anticorpos do que aqueles gatos que não produzem IFN- γ após estímulo antigênico *ex vivo*. Pennisi e Persichetti (2018), avaliando estudos longitudinais e pós-terapia anti-*Leishmania*, concluíram que a progressão da doença em gatos parece estar associada a um maior número de anticorpos. Soares, Duarte e Sousa (2016) ainda apontaram que gatos podem desenvolver lesões auto limitantes, ocorrendo soroconversão após sua resolução, sugerindo uma possível imunidade natural. Essa baixa suscetibilidade à

doença é mostrada não apenas em infecções naturais, mas também em experimentais (AKHTARDANESH *et al.*, 2018). Pela complexidade do processo, são necessárias maiores investigações em animais assintomáticos e sintomáticos, associando resposta celular e humoral a fim de elucidar a imunorregulação frente à *Leishmania* spp. em felinos (PENNISI; PERSICHETTI, 2018).

Independentemente da causa, a maioria dos gatos são assintomáticos. Busca-se decifrar se uma resposta imune comprometida está relacionada a infecções imunossupressoras como Vírus da Imunodeficiência Felina (FIV), Vírus da Leucemia Felina (FeLV), Peritonite Infecciosa Felina (PIF) e *Toxoplasma gondii*. Determinados estudos demonstram correlação entre soropositividade para *L. infantum* e FIV (VIDES *et al.*, 2011; SOBRINHO *et al.*, 2012; SPADA *et al.*, 2013; IATTA *et al.*, 2019) e menos comumente para FeLV (SHERRY *et al.*, 2011). Outros, no entanto, não encontram os mesmos resultados (MARCONDES *et al.*, 2018; BEZERRA *et al.*, 2019). Em alguns casos onde não houve correlação entre leishmaniose felina e retrovíroses, os animais foram diagnosticados com outras comorbidades como neoplasias, *diabetes mellitus*, doenças autoimunes ou estavam sob tratamento com drogas imunossupressoras. Apesar da discrepância de resultados, suspeita-se de algum fator que torna o sistema imunológico deficiente em cerca de 50% dos casos de leishmaniose felina, fato este que não deve ser esquecido (PENNISI, 2018; PENNISI; PERSICHETTI, 2018).

7 APRESENTAÇÃO CLÍNICA

Lesões cutâneas e mucocutâneas são as mais encontradas em gatos com leishmaniose quando estes desenvolvem sinais clínicos. Podem ser generalizadas ou localizadas, simétricas ou assimétricas. Raramente apresentam-se como dermatite esfoliativa (PENNISI *et al.*, 2015a). Geralmente são de aspecto ulcerativo e nodular, localizadas principalmente em regiões da cabeça como orelhas, plano nasal, focinho, região periocular, locais onde presumidamente estão mais expostas ao vetor por possuírem menos pelos (SILVEIRA NETO *et al.*, 2015). A parte distal dos membros também é um local bastante acometido. Complicações por infecção bacteriana podem ocorrer, levando a crostas hemorrágicas e/ou conteúdo purulento. Alguns gatos apresentam mais de um tipo de lesão ao mesmo tempo. Quadros alopecicos e pruriginosos costumam estar ausentes, mas já foram evidenciados em cabeça e abdômen, e associados a outras comorbidades como demodicose e alergia a pulgas (PENNISI *et al.*, 2015a). Descamações e úlceras em proeminências ósseas são outras manifestações dermatológicas já descritas (SOARES; DUARTE; SOUSA, 2016).

Alterações oculares são na maioria das vezes uveíte, blefarite, conjuntivite, panoftalmia (SOARES; DUARTE; SOUSA, 2016). As lesões orais são caracterizadas como nódulos em língua e/ou mucosa gengival ou gengivoestomatite crônica (LEISHVET, 2018).

A linfadenomegalia, outro achado comum, pode ser localizada ou generalizada (PENNISI *et al.*, 2015a). Outras manifestações sistêmicas e aquelas menos frequentes em felinos estão listadas na Tabela 1 (LEISHVET, 2018).

Tabela 1 - Frequência de alterações clínicas descritas na LF.

Alterações clínicas descritas na leishmaniose felina		
≥ 50% dos casos	30% dos casos	< 25 % dos casos
Nódulos e úlceras cutâneas e/ou mucocutâneas	Lesões oculares	Icterícia
Linfadenomegalia	Lesões orais	Hepatomegalia, esplenomegalia
	Mucosas pálidas	Caquexia, febre
	Perda de peso, anorexia, letargia	Vômito, diarreia
		Poliúria/Polidipsia
		Desidratação
		Corrimento nasal crônico
		Dispnéia, sibilos
		Aborto
		Hipotermia

Fonte: Adaptado de LeishVet (2018)

De maneira geral, os sinais clínicos são inespecíficos, dificultando o diagnóstico da leishmaniose felina. As lesões são semelhantes àsquelas presentes em outras enfermidades, podendo ser confundidas com esporotricose, criptococose, histoplasmose, granuloma eosinofílico, micobacterioses, entre outras causadoras de lesões de pele, inclusive neoplasias cutâneas, principalmente o carcinoma espinocelular (PENNISI *et al.*, 2015a). Um sinergismo entre carcinoma espinocelular e leishmaniose felina já foi proposto, sugerindo que o parasita pode iniciar a neoplasia, ou o carcinoma pode se aproveitar da proliferação do protozoário para se desenvolver, ou ambos (SOARES; DUARTE; SOUSA, 2016).

Deste modo, a leishmaniose deve ser considerada como um diagnóstico diferencial quando há lesões sugestivas, especialmente em áreas endêmicas de leishmaniose canina (PIRAJÁ *et al.*, 2013).

8 DIAGNÓSTICO

Testes sorológicos, moleculares e parasitológicos são empregados para diagnosticar gatos com leishmaniose (PENNISI; PERSICHETTI, 2018).

A detecção de anticorpos anti-*Leishmania*, principalmente pela Reação de Imunofluorescência Indireta (RIFI), é um dos mais utilizados (ASFARAM; FAKHAR; TESHNIZ, 2019). Diferentemente dos cães, ainda é incerto o tempo necessário para que haja a soroconversão em gatos. No estudo de Akhtardanesh *et al.* (2018), os gatos inoculados com *L. infantum* desenvolveram parasitemia sem sinais clínicos ou aumento considerável de anticorpos durante as 16 semanas do experimento. Aqueles soropositivos podem ter uma quantidade baixa ou muito alta de anticorpos (PENNISI *et al.*, 2015a). Ainda não há uma padronização da RIFI para gatos ou um valor de títulos de anticorpos aceito universalmente para comprovar infecção (CAMPRIGHER *et al.*, 2019). O ponto de corte sugerido para a RIFI é 1:80, baseado no trabalho de Pennisi *et al.* (2012). No Brasil, a diluição de 1:40 tem sido empregada segundo a metodologia descrita por Vides *et al.* (2011). A RIFI possui sensibilidade que varia entre 80% a 95% (PIRAJÁ *et al.*, 2013). O Ensaio Imunoenzimático (ELISA) é outra técnica amplamente utilizada, e demonstra maior sensibilidade que a RIFI (PENNISI *et al.*, 2015a). Resultados falso-positivos, no entanto, podem ser obtidos em ambos os métodos devido a erros de coleta e hemólise, interferindo na absorbância do ELISA (CAMPRIGHER *et al.*, 2019); em baixas diluições de soro, resquícios de fluoresceína podem ser confundidos com fluorescência citoplasmática do parasita durante a RIFI; ou até mesmo devido à reações cruzadas com *Tripanossoma* spp. ou outras espécies de *Leishmania* (CHATZIS *et al.*, 2014). Por outro lado, um resultado negativo não exclui a possibilidade de leishmaniose felina devido à discrepância entre os testes sorológicos (PENNISI; PERSICHETTI, 2018). Caso o gato apresente sinais clínicos compatíveis e uma RIFI negativa, deve ser realizado outros testes sorológicos ou testes complementares (ASFARAM; FAKHAR; TESHNIZ, 2019). Recentemente, o Western Blot (WB) foi comparado com RIFI e ELISA e mostrou-se superior a eles. Nesse mesmo estudo, sugere-se que a RIFI é mais indicada para identificar casos subclínicos ou de infecção recente, e o ELISA para casos com manifestações clínicas (PERSICHETTI *et al.*, 2017). A fase da doença, portanto, pode interferir na interpretação dos exames. Sendo assim, muitas vezes é necessária uma combinação de testes sorológicos e moleculares para um diagnóstico mais preciso (SILVEIRA NETO *et al.*, 2015).

Dentre os testes moleculares, a Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) é indicada para detectar o DNA do parasita. Em cães, o sangue não é um bom material para realizar PCR e diagnosticar leishmaniose canina. Em gatos, o mesmo pode ser verdade (LEONEL

et al., 2020). Pesquisas mostram gatos soropositivos e PCR sanguíneo negativo, e PCR positivo com menor quantidade de anticorpos (SOARES; DUARTE; SOUSA, 2016), o que reforça a necessidade de considerar a fase da doença, que também afeta a parasitemia (SILVEIRA NETO *et al.*, 2015). Outra possível explicação é a capacidade do parasita de se compartimentalizar em órgãos linfoides como medula óssea, linfonodos, baço; ou também pela baixa carga parasitária incapaz de ser detectada pelo teste (BEZERRA *et al.*, 2019). Entretanto, ainda não há um consenso em relação a qual órgão ou tecido utilizar para os testes moleculares em gatos, pois há pouca informação disponível sobre sua eficácia em tecidos (linfonodos, medula óssea, pele), e sobre coletas não invasivas (*swab* conjuntival ou oral) (CHATZIS *et al.*, 2014; PENNISI; PERSICHETTI, 2018;). Oliveira *et al.* (2015) e Benassi *et al.* (2017) avaliaram a confiabilidade do PCR de *swab* conjuntival e concluíram ser um método prático, fácil e com capacidade de identificar vários animais infectados. Já no estudo de Leonel *et al.* (2020) não foi possível encontrar o DNA do parasita através de PCR de *swab* oral nem de sangue. Uma vantagem que deve ser salientada é a melhor aceitação dos proprietários por ser uma coleta menos invasiva (LEONEL *et al.*, 2020). A PCR quantitativa de biópsias de lesões cutâneas ou mucocutâneas, de medula óssea ou linfonodo, obtidas de gatos doentes, costumam ter uma alta carga parasitária (MIGLIAZZO *et al.*, 2014). Logo, é preferível colher amostras de mais de um local para aumentar as chances de positividade, principalmente nas infecções subclínicas (PENNISI *et al.*, 2015a).

As formas amastigotas de *Leishmania* spp. podem ser detectadas no interior dos macrófagos através da citologia e/ou biópsia de medula óssea, linfonodos, lesões cutâneas e mucocutâneas, lesões oftálmicas, bem como em esfregaços sanguíneos e de secreção nasal. Raramente se encontram dentro de neutrófilos circulantes (PENNISI *et al.*, 2015a; PENNISI; PERSICHETTI, 2018). Além desses tecidos, pode-se realizar citologia aspirativa ou por impressão de órgãos acometidos como fígado, rins e baço (SOARES; DUARTE; SOUSA, 2016). Do mesmo modo que ocorre com os testes moleculares, não há um consenso sobre o órgão linfóide mais indicado para se puncionar, linfonodo ou medula óssea. Costa *et al.* (2010) mostrou a punção de linfonodo poplíteo ser mais sensível do que a citologia de medula óssea, baço ou fígado. Na pesquisa de Vides *et al.* (2011) foi encontrada maior positividade em amostras de medula óssea. Contudo, 18,5% dos animais não apresentaram sororeatividade ou parasitas em órgãos linfoides, sendo diagnosticados apenas pela imuno-histoquímica das lesões de pele. Com isso em mente, para animais apresentando lesões, recomenda-se conjuntamente a biópsia destas para avaliação histopatológica e imuno-histoquímica (PENNISI *et al.*, 2015a), técnicas que vêm demonstrando boa sensibilidade e especificidade (SOARES; DUARTE; SOUSA, 2016), além de auxiliar no diagnóstico de doenças cutâneas concomitantes (PENNISI;

PERSICHETTI, 2018). O padrão comumente encontrado no exame histopatológico é uma inflamação granulomatosa difusa com grande carga de amastigotas em macrófagos (NAVARRO *et al.*, 2010).

A cultura de tecidos infectados é um método citado na bibliografia, porém possui várias desvantagens como menor sensibilidade, demora para obter o resultado, e não está disponível facilmente (PENNISI *et al.*, 2015a).

Devido à complexidade da doença, as técnicas devem ser associadas para confirmar o diagnóstico (SILVEIRA NETO *et al.*, 2015), principalmente nos casos de sorologia negativa ou fracamente positiva (LEISHVET, 2018).

Os exames para avaliar comprometimento sistêmico são hemograma, bioquímica sérica e exame de urina. A alteração frequentemente descrita é a hipergamaglobulinemia, seguida de anemia arregenerativa moderada à severa e proteinúria. As raramente relatadas são azotemia, hipoalbuminemia, monocitose, neutrofilia e pancitopenia (LEISHVET, 2018).

9 TRATAMENTO

Gatos naturalmente infectados aparentemente não se curam sem uma terapia anti-*Leishmania* específica. Informações sobre sua efetividade em gatos, no entanto, são escassas. Os protocolos medicamentosos são empíricos e baseados naqueles já utilizados em cães (SOARES; DUARTE; SOUSA, 2016).

O medicamento preconizado atualmente é o Alopurinol na dose 10 mg/kg BID ou 20 mg/kg SID, por via oral, durante pelo menos seis meses. É possível ser utilizado de forma isolada ou como fármaco de manutenção após aplicações subcutâneas de Antimoniato de Meglumina (20-50mg/kg SID SC por 30 dias) (LEISHVET, 2018). A farmacocinética e a farmacodinâmica desses fármacos em gatos ainda é incerta. Geralmente o Alopurinol é seguro, mas há relatos de aumento das enzimas hepáticas e toxicidade renal na dose preconizada, sendo necessário interromper a terapia ou reduzir a dose pela metade (PENNISI *et al.*, 2015a; PENNISI; PERSICHETTI, 2018). Outros efeitos colaterais já relatados são pruridos e sinais dermatológicos (LEAL *et al.*, 2018; BRIANTI *et al.*, 2019). Consequentemente, os gatos sob tratamento devem ser cuidadosamente monitorados em busca de efeitos colaterais. Após finalizado o tratamento, deve-se continuar o acompanhamento do paciente para evitar possíveis recidivas, uma vez que apenas a cura clínica é obtida e não a parasitológica (LEISHVET, 2018). Deve ser ressaltado que a fórmula oral da Miltefosina licenciada para o tratamento de leishmaniose em cães possui propilenoglicol em seu excipiente, que pode gerar o aparecimento de corpúsculos de Heinz e diminuir a vida útil das hemácias dos felinos (PENNISI, 2018).

Os resultados em relação ao prognóstico são bastante distintos, com uma sobrevida variando de meses a anos. A expectativa de vida normalmente é boa, dependendo se possuem ou desenvolvem quadros como FIV/FeLV, neoplasias, doença renal (PENNISI, 2018). Em um estudo retrospectivo, Fernandez-Gallego *et al.* (2020) demonstraram que a média de sobrevida dos gatos com doenças concomitantes foi de 13 meses, e aqueles sem comorbidades foi de 41 meses, apesar de não haver significância estatística. Em outro estudo, não houve influência significativa do tratamento e presença de retrovírus na sobrevida dos animais (PENNISI *et al.*, 2016). Contudo, a terapia deve sempre ser indicada a fim de melhorar a qualidade de vida do animal, promover uma sobrevida possivelmente mais longa, e uma diminuição significativa na carga parasitológica, assim diminuindo a transmissibilidade para os flebotômíneos (BRIANTI *et al.*, 2019).

10 PREVENÇÃO

A proteção dos gatos contra a infecção deve ser feita tanto em âmbito individual quanto coletivo, visando a Saúde Única. A prevenção baseia-se principalmente em evitar as picadas de flebotômíneos, já que vacinas para felinos ainda não estão disponíveis (PENNISI; PERSICHETTI, 2018). A maioria dos piretróides são tóxicos para os felinos. A única coleira repelente bem tolerada e licenciada para gatos atualmente é a de Flumetrina que comprovadamente diminuiu a incidência de infecção (BRIANTI *et al.*, 2017).

Uma recomendação adicional para áreas endêmicas é o uso de telas mosquiteiras em janelas e inseticidas em abrigos e ambientes habitados por animais e humanos (SOARES; DUARTE; SOUSA, 2016).

Doadores de sangue devem ser testados através da detecção de anticorpos e PCR para evitar a transmissão não-vetorial (PENNISI *et al.*, 2015b).

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A leishmaniose visceral felina é realidade no Brasil e deve ser incluída na lista de diagnósticos diferenciais principalmente em áreas endêmicas. A população de gatos no país vem crescendo a cada ano, o que reforça a necessidade de mais atenção a esta espécie para assim determinar qual o papel do gato na epidemiologia desta doença. Mais estudos são fundamentais para a compreensão da fisiopatogenia da leishmaniose nos gatos a fim de padronizar as técnicas diagnósticas, aprimorar o tratamento, desenvolver vacinas e possivelmente criar um método de estadiamento, dessa forma otimizando o diagnóstico e a prevenção da doença tanto no paciente felino quanto na população.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, M.M.S. *et al.* **Studies on the Feeding Habits of *Lutzomyia (Lutzomyia) longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912) (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) Populations from Endemic Areas of American Visceral Leishmaniasis in Northeastern Brazil.** *Journal of Tropical Medicine*, v. 2012, 2012.
- AKHTARDANESH, B. *et al.* **Low susceptibility of domestic cats to experimental *Leishmania infantum* infection.** *Journal of Vector Borne Diseases*, v. 55, p. 230-234, 2018.
- ANTUNES, T.R. *et al.* **Detecção de *Leishmania infantum* em esfregaço de sangue periférico e linfonodo de um felino doméstico.** *Acta Scientiae Veterinariae*, v. 44, 2016.
- ASFARAM, S.; FAKHAR, M.; TESHNIZI, S. H. **Is the cat an important reservoir host for visceral leishmaniasis? A systematic review with meta-analysis.** *The Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*, v. 25, 2019.
- Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação – ABINPET. Mercado Pet Brasil 2019. Disponível em: <http://abinpet.org.br/mercado>. Acesso em: 10 out. 2019.
- AYLLÓN, T. *et al.* **Vector-Borne Diseases in Client-Owned and Stray Cats from Madrid, Spain.** *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, v. 12, n. 2, 2012.
- BANETH, G; SOLANO-GALLEGO, L. Leishmanioses. *In*: GREENE, C.E. **Doenças Infecciosas em Cães e Gatos.** 4ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2015. p. 768-784.
- BENASSI, J.C. *et al.* **Detection of *Leishmania infantum* DNA in conjunctival swabs of cats by quantitative real-time PCR.** *Experimental Parasitology*, v. 177, p. 93-97, jun 2017.
- BEZERRA, J. A.B. *et al.* **Serological and molecular investigation of *Leishmania* spp. infection in cats from an area endemic for canine and human leishmaniasis in Northeast Brazil.** *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 28, n. 4, p. 790-796, oct./dec. 2019.
- BICALHO, A.P.C.V.; CARNEIRO, R.A. Prefácio. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, n. 82, dez. 2016.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Manual de vigilância e controle da leishmaniose visceral. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Brasília: 1ª edição, 5ª reimpressão, 120 p., 2014.
- Brasileish. Diretrizes para o diagnóstico, estadiamento, tratamento e prevenção da leishmaniose canina. 2018. Disponível em: http://brasileish.com.br/assets/files/DIRETRIZES_Brasileish_2.pdf. Acesso em: 3 abr. 2020.
- BRIANTI, E. *et al.* **Treatment and long-term follow-up of a cat with leishmaniosis.** *Parasites & Vectors*, v. 12, 2019.
- BRIANTI, E. *et al.* **Prevention of feline leishmaniosis with an imidacloprid 10%/ flumethrin 4.5% polymer matrix collar.** *Parasites & Vectors*, v. 10, 2017.
- CAMPRIGHER, V.M. *et al.* **Ocorrência de anticorpos anti-*Leishmania* spp. em felinos em área endêmica do estado de São Paulo.** *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 71, n. 2, p. 439-446, 2019.
- CANATTO, B.D. *et al.* **Caracterização demográfica das populações de cães e gatos supervisionados do município de São Paulo.** *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 64, n. 6, p. 1515-1523, 2012.

- CARDOSO, L. *et al.* **Low seroprevalence of *Leishmania infantum* infection in cats from northern Portugal based on DAT and ELISA.** *Veterinary Parasitology*, v. 174, p. 37-42, 2010.
- CHATZIS, M.K. *et al.* **Cytological and molecular detection of *Leishmania infantum* in different tissues of clinically normal and sick cats.** *Veterinary Parasitology*, v. 202, p. 217-225, 2014.
- COSTA, T.A.C. *et al.* **Ocorrência de leishmaniose em gatos de área endêmica para leishmaniose visceral.** *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 47, n. 3, p. 213-217, 2010.
- DANTAS-TORRES, F.; OTRANTO, D. **Dogs, cats, parasites, and humans in Brazil: opening the black box.** *Parasites & Vectors*, v. 7, 2014.
- DAY, M.J. **Cats are not small dogs: is there an immunological explanation for why cats are less affected by arthropod-borne disease than dogs?** *Parasites & Vectors*, v. 9, 2016.
- DE MATOS, A.M.R.N. *et al.* **Antibodies anti-trypanosomatídeos in domestic cats in Paraná: who is at highest risk of infection?** *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 27, n. 2, p. 232-236, abr./jun. 2018.
- DE MENDONÇA, I.L. *et al.* **Infection of *Lutzomyia longipalpis* in cats infected with *Leishmania infantum*.** *Veterinary Parasitology*, v. 280, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2020.109058>. Acesso em: 30 abr. 2020.
- DE MENDONÇA, I.L. *et al.* ***Leishmania infantum* in domestic cats from the municipality of Teresina, state of Piauí, Brazil.** *Parasitology Open*, v. 3, 2017.
- European Scientific Counsel Companion Animal Parasites – ESCCAP. **Control of Vector-Borne Diseases in Dogs and Cats.** ESCCAP Guideline, v. 5, n. 3, mar. 2019. Disponível em: https://www.esccap.org/uploads/docs/znh6j1d_0775_ESCCAP_Guideline_GL5_v8_1p.pdf. Acesso em: 11 abr. 2020.
- FERNANDEZ-GALLEGO, A. *et al.* **Feline leishmaniosis: diagnosis, treatment and outcome in 16 cats.** *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 2020.
- GIANNAKOPOULOS, A. *et al.* **Molecular investigation and geographical distribution of *Leishmania* spp. infection in stray and owned cats (*Felis catus*) in Thessaly, central Greece.** *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, v. 68, p. 27-34, 2017.
- GOMES, L.B. *et al.* **Saúde única e atuação do médico veterinário do Núcleo de Apoio a Saúde da Família (NASF).** *Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia*, n. 83, dez. 2016.
- GONZÁLES, E. *et al.* **Phlebotomine sand fly survey in the focus of leishmaniasis in Madrid, Spain (2012–2014): seasonal dynamics, *Leishmania infantum* infection rates and blood meal preferences.** *Parasites & Vectors*, v. 10, 2017.
- GUIMARÃES-E-SILVA, A.S. *et al.* ***Leishmania* infection and blood food sources of phlebotomines in an area of Brazil endemic for visceral and tegumentary leishmaniasis.** *PLOS One*, v. 12, 2017.
- HEADLEY, S.A. *et al.* **Immunohistochemical characterization of cutaneous leishmaniasis in cats from Central-west Brazil.** *Veterinary Parasitology*, v. 17, ago. 2019.
- IATTA, R. *et al.* **A nationwide survey of *Leishmania infantum* infection in cats and associated risk factors in Italy.** *PLOS Neglected Tropical Diseases*, v. 13, 2019.
- LEAL, R.O. *et al.* **Granulomatous rhinitis secondary to feline leishmaniosis: report of an unusual presentation and therapeutic complications.** *Journal of Feline Medicine and Surgery Open Reports*, 2018.

LEONEL, J.A.F. *et al.* **Leishmaniasis in cat shelters: a serological, molecular and entomological study.** *Transboundary and Emerging Diseases*, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/tbed.13544>. Acesso em: 20 mar. 2020.

LeishVet. *Practical Management of Canine and Feline Leishmaniosis*. 4ª edição, set. 2018. Disponível em: <http://www.leishvet.org/wp-content/uploads/2018/09/EN-Guidelines.pdf>. Acesso em: 3 abr. 2020.

MACHADO, C.J.S.; SILVA, E.G.; VILANI, R.M. **O uso de um instrumento de política de saúde pública controverso: a eutanásia de cães contaminados por leishmaniose no Brasil.** *Saúde e Sociedade*, v. 35, n. 1, p. 247-258, 2016.

MARCONDES, M. *et al.* **Infection by *Mycoplasma spp.*, feline immunodeficiency virus and feline leukemia virus in cats from an área endemic for visceral leishmaniasis.** *Parasites & Vectors*, v. 11, 2018.

MELO, G. B. **Verificação da infecção natural do gato (*Felix Domesticus*) por um protozoário do gênero *Leishmania*.** *Brasil Médico*, v. 54, n. 12, p. 180, 1940.

METZDORF, I.P. *et al.* **Molecular characterization of *Leishmania infantum* in domestic cats in a region of Brazil endemic for human and canine visceral leishmaniasis.** *Acta Tropica*, v. 166, p. 121-125, 2017.

MIGLIAZZO, A. *et al.* **Feline leishmaniosis: a case with a high parasitic burden.** *Veterinary Dermatology*, v. 26, p. 69-70, 2014.

MONTOYA, A. *et al.* **Implications of zoonotic and vector-borne parasites to free-roaming cats in central Spain.** *Veterinary Parasitology*, v. 251, p. 125-130, 2018.

MORELLI, S. *et al.* **Exposure of client-owned cats to zoonotic vector-borne pathogens: Clinic-pathological alterations and infection risk analysis.** *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, v. 66, 2019.

NAVARRO, J.A. *et al.* **Histopathological Lesions in 15 Cats with Leishmaniosis.** *Journal of Comparative Pathology*, v. 143, p. 297-302, 2010.

NOÉ, P. *et al.* **Detection of *Leishmania chagasi* in cats (*Felis catus*) from visceral leishmaniasis endemic area in Brazil.** *Ciência Animal*, v. 25, 2015.

OLIVEIRA, T.M.F.S. *et al.* **Conjunctival swab PCR to detect *Leishmania spp.* in cats.** *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 24, n. 2, Jaboticabal, abr./jun. 2015.

Organização Pan-Americana da Saúde - OPAS. *Leishmanioses - Informe Epidemiológico das Américas*. Washington, D.C., 2019. Disponível em: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/51738>. Acesso em: 17 mar. 2020.

OTRANTO, D. *et al.* **Feline and canine leishmaniosis and other vector-borne diseases in the Aeolian Islands: Pathogen and vector circulation in a confined environment.** *Veterinary Parasitology*, v. 236, p. 144-151, 2017.

PADUA, E. D. **Pesquisa de imunoglobulinas anti-*Leishmania spp.* e avaliação clínica de gatos residentes em áreas endêmicas do Rio de Janeiro.** *Seropédica*, 2017. 68p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária - Patologia e Ciências Clínicas). Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Pan American Health Organization - PAHO. *Manual of Procedures for Leishmaniasis Surveillance and Control in the Americas*. Washington, D.C., 2019. Disponível em: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/51838>. Acesso em: 17 mar. 2020.

- PENNISI, M.G. Feline Leishmaniosis - ABCD guidelines on prevention and management (Updated). Jun, 2018. Disponível em: <http://www.abcdcatsvets.org/leishmaniosis>. Acesso em: 3 abr. 2020.
- PENNISI, M.G. *et al.* **LeishVet update and recommendations on feline leishmaniosis**. *Parasites & Vectors*, v. 8, 2015a.
- PENNISI, M.G. *et al.* **Blood transfusion in cats - ABCD guidelines for minimising risks of infectious iatrogenic complications**. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, v. 17, p-588-593, 2015b.
- PENNISI, M.G. *et al.* **Serological and molecular prevalence of *Leishmania infantum* infection in cats from Southern Italy**. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, v. 14, p. 656–657, 2012.
- PENNISI, M.G.; PERSICHETTI, M.F. **Feline leishmaniosis: Is the cat a small dog?** *Veterinary Parasitology*, v. 251, p.131-137, 2018.
- PENNISI, M.G. *et al.* Feline leishmaniosis: clinical signs and course in 14 followed up cases. *In*. PROCEEDINGS LXX CONVEGNO SISVET, 2016, Palermo, Italy, p. 166-167.
- PERSICHETTI, M.F. *et al.* **Clinical evaluation of outdoor cats exposed to ectoparasites and associated risk for vector-borne infections in southern Italy**. *Parasites & Vectors*, v. 11, 2018.
- PERSICHETTI, M.F. *et al.* **Detection of vector-borne pathogens in cats and their ectoparasites in Southern Italy**. *Parasites & Vectors*, v. 9, 2016.
- PERSICHETTI, M.F. *et al.* **Diagnostic performance of ELISA, IFAT and Western blot for the detection of anti-*Leishmania infantum* antibodies in cats using a Bayesian analysis without a gold standard**. *Parasites & Vectors*, v. 10, 2017.
- PERUCA, L.C.B. *et al.* ***Leishmania infantum* (syn. *chagasi*) infection in cats from a brazilian southeastern endemic area for canine and human leishmaniasis**. *Veterinária e Zootecnia*, v. 24, n. 1, p. 216-225, mar. 2017.
- PIRAJÁ, G.V. *et al.* **Leishmaniose felina: Revisão de Literatura**. *Veterinária e Zootecnia*, v. 20, n. 2, p. 203-216, jun. 2013.
- PRIOLO, V. *et al.* ***Leishmania infantum*-specific IFN- γ production in stimulated blood from cats living in areas where canine leishmaniosis is endemic**. *Parasites & Vectors*, v. 12, 2019.
- RICHTER, M.; SCHAARSCHMIDT-KIENER, D.; KRUDEWIG, C. **Ocular signs, diagnosis and long-term treatment with allopurinol in a cat with leishmaniasis**. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, v. 156, n. 6, p. 289 – 294, jun. 2014.
- ROCHA, A.V.V.O. *et al.* **Diagnosis and epidemiology of *Leishmania infantum* in domestic cats in na endemic area of the Amazon region, Brazil**. *Veterinary Parasitology*, v. 273, p. 80-85, 2019.
- SALES, K.G.S. *et al.* **Identification of phlebotomine sand fly blood meals by real-time PCR**. *Parasites & Vectors*, v. 8, 2015.
- SERGEANT, E. *et al.* **La Leishmaniose à Alger. Infection simultanée d'un enfant, d'un chien et d'un chat dans la meme habitation**. *Bulletin de Societé de Pathologie Exotique*, v. 5, p. 93-98, 1912.
- SHERRY, K. *et al.* **Serological and Molecular Study of *Leishmania infantum* Infection in Cats from the Island of Ibiza (Spain)**. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, v. 11, n. 3, 2011.
- SILVEIRA NETO, L. *et al.* **Clinical and epidemiological aspects of feline leishmaniasis in Brazil**. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 36, n. 3, p. 1467-1480, maio/jun. 2015.

SOARES, C.S.A.; DUARTE, S.C.; SOUSA, S.R. **What do we know about feline leishmaniosis?** Journal of Feline Medicine and Surgery, v. 18, n. 6, 2016.

SOBRINHO, L.S.V. *et al.* **Coinfection of *Leishmania chagasi* with *Toxoplasma gondii*, Feline Immunodeficiency Virus (FIV) and Feline Leukemia Virus (FeLV) in cats from an endemic area of zoonotic visceral leishmaniasis.** Veterinary Parasitology, v. 187, p. 302-306, 2012.

SOLANO-GALLEGU, L. *et al.* **LeishVet guidelines for the practical management of canine leishmaniosis.** Parasites & Vectors, v. 4, 2011.

SOUSA, S.A.P. *et al.* **Acute visceral leishmaniasis in a domestic cat (*Felis silvestris catus*) from the state of Tocantins, Brazil.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 40, n. 4, p. 1723-1730, jul./ago. 2019.

SOUZA, G.; LIMA, G.H.M.A. **Eutanásia canina como medida profilática para o controle da leishmaniose humana: uma abordagem bioética.** Evidência – Ciência e Tecnologia, v. 18, n. 1, p. 21-39, jun. 2018.

SPADA, E. *et al.* **Prevalence of *Leishmania infantum* and co-infections in stray cats in northern Italy.** Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases, v. 45, p. 53-58, 2016.

SPADA, E. *et al.* **Serological and Molecular Evaluation of *Leishmania infantum* Infection in Stray Cats in a Nonendemic Area in Northern Italy.** ISRN Parasitology, v. 2013, 2013.

TAYLOR, M.A.; COOP, R.L.; WALL, R.L. **Parasitologia Veterinária.** 4ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

VIDES, J.P. *et al.* ***Leishmania chagasi* infection in cats with dermatologic lesions from an endemic area of visceral leishmaniosis in Brazil.** Veterinary Parasitology, v. 178, p. 22-28, 2011.

VON ZUBEN, A.P.B.; DONALÍSIO, M.R. **Dificuldades na execução das diretrizes do Programa de Vigilância e Controle da Leishmaniose Visceral em grandes municípios brasileiros.** Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 32, n. 6, jun. 2016.

WERNECK, G.L. **Visceral leishmaniasis in Brazil: rationale and concerns related to reservoir control.** Revista Saúde Pública, São Paulo, v. 48, p.851-855, 2014.

World Health Organization – WHO. Leishmaniasis – Situation and trends. Disponível em: https://www.who.int/gho/neglected_diseases/leishmaniasis/en. Acesso em: 26 mar. 2020.

CAPÍTULO 26

PRINCIPAIS DERMATOPATIAS EM EQUINOS

Data de submissão: 24/03/2021

Data de aceite: 09/04/2021

Ingrid Souza Ferreira de Lima

Centro Universitário Cesmac

Maceió- AL

<http://lattes.cnpq.br/3618399140447375>

Isalaura Cavalcante Costa

Centro Universitário Cesmac

Maceió-AL

<http://lattes.cnpq.br/5020978636046862>

Andressa Cristiny dos Santos Teixeira

Centro Universitário Cesmac

Maceió-AL

<http://lattes.cnpq.br/5767445956671585>

Carla Rayane dos Santos

Centro Universitário Cesmac

Maceió-AL

<http://lattes.cnpq.br/0722010841078170>

Bruno Santos Braga Cavalcanti

Centro Universitário Cesmac

Maceió-AL

<http://lattes.cnpq.br/3025554137213876>

Roberto Romulo Ferreira da Silva

Centro Universitário Cesmac

Maceió-AL

<http://lattes.cnpq.br/9631886692557476>

Fernanda Pereira da Silva Barbosa

Centro Universitário Cesmac

<http://lattes.cnpq.br/4040416803890162>

Raíssa Karolliny Salgueiro Cruz

Centro Universitário Cesmac

Maceió-AL

<http://lattes.cnpq.br/7282487880446301>

Muriel Magda Lustosa Pimentel

Centro Universitário Cesmac

Maceió-AL

<http://lattes.cnpq.br/2377308283755406>

RESUMO: Este artigo traz uma revisão de literatura, sendo usados com base levantamento de casos, pesquisas e relatos de caso de universidades de renome na medicina veterinária; tendo em vista que doenças dermatológicas causam perdas econômicas devido ao custo de tratamento - em casos mais graves a depender da patologia pode levar a morte – pode ocasionar uma depreciação no valor do animal, tendo em vista a aparência desagradável e possíveis processos cicatriciais mal elaborados, como também outros problemas de manejo a exemplo da dificuldade no transporte e ausência em exposições. As dermatopatias estão entre os diagnósticos mais difíceis, pela similaridade das lesões, tendo isto em vista é notória a necessidade de abordar as

principais dermatopatias na clínica médica de equinos, sendo assim a importância do conhecimento da frequência de tais para o médico veterinário, afim de definir um bom diagnóstico diferencial, é necessário a dominância do conhecimento destas. Dessa forma, abordando as patologias mais frequentes assim como os métodos de diagnóstico e tratamento. Deve-se levar em consideração que esses dados podem mudar conforme a idade, raça, região (pelo clima), e principalmente o manejo dos quais esses animais são submetidos. Destas destacam-se: habronemose cutânea, pitiose, dermatofitose, foliculite bacteriana, sercoide, pênfigo foliáceo, fotossensibilização primária e secundária, e por fim as neoplasias – com principais formação de tumores dérmicos: carcinoma de células escamosas, fibrosarcoma, sarcoide, mastocintoma das neoformações equinas, 50% são tumores de pele, que se agravam com a predisposição de infecções secundárias, prurido e dor.

PALAVRAS CHAVE: Dermatopatia. Diagnóstico. Neoplasia. Tratamento.

MAIN DERMATOPATHIES IN HORSES

ABSTRACT: The referred article is a literature review being used based on a survey of cases, research and case reports from renowned universities in veterinary medicine; bearing in mind that dermatological diseases cause economic losses due to the cost of treatment - in more severe cases depending on the pathology it can lead to death - it can cause a depreciation in the animal's value, in view of the unpleasant appearance and possible poorly elaborated healing processes, as well as other handling problems such as difficulty in transportation and absence from exhibitions. Dermatopathies are among the most difficult diagnoses, due to the similarity of lions, with this in mind, the need to address the main skin diseases in the equine medical clinic is evident, thus the importance of knowing the frequency of such for the veterinarian, in order to to define a good differential diagnosis, it is necessary to dominate their knowledge. Thus, addressing the most frequent pathologies as well as methods of diagnosis and treatment. It must be taken into account that these data may change according to age, race, region (by climate), and especially the management to which these animals are subjected. Of these, the following stand out: cutaneous habronemosis, pythiosis, dermatophytosis, bacterial folliculitis, sercoid, pemphigus foliaceus, primary and secondary photosensitization, and finally, neoplasms - with major formation of dermal tumors: squamous cell carcinoma, fibrosarcoma, sarcoma, mast cell tumors, 50% are skin tumors, which worsen with the predisposition to secondary infections, itching and pain.

KEYWORDS: Dermatopathy. Diagnosis. Neoplasia. Treatment.

1 INTRODUÇÃO

A pele é essencial para defesa do corpo contra uma grande gama de patógenos, nos equinos ela representa de 20-24% do peso corporal, com funções primordiais de termorregulação, manutenção do equilíbrio hídrico e eletrolítico, armazena proteínas,

lipídeos, vitaminas, carboidratos, água além da função de barreira mecânica contra agentes físicos, barreira contra agentes químicos e infecciosos. (MELO et. al., 2009)

Lesões cutâneas são importantes a serem ressaltadas na clínica por causarem diversos impasses como a ocorrência de infecções secundárias, prevalência de doenças secundárias, além do desconforto, dor, prurido, irritação e a depender de a patologia gerar lesões sistêmicas. (BIACH, 2013)

É de suma importância um bom diagnóstico clínico devida a semelhança das lesões, das espécies de produção, os equinos são os que mais apresentam problemas de pele, por isto há mais estudos e uma certa facilidade de diferenciação clínica se comparado as demais espécies. (Pessoa et. al., 2014)

Os exames complementares se tornam indispensáveis no bom diagnóstico das dermatopatias, alguns dos quais podem ser prescritos segundo as suspeitas clínicas são: Cultura fúngica, cultura bacteriana, biopsia de pele e até mesmo antibiograma. (OLINDA, CÂMARA E FEIJÓ, 2009)

A frequência de neoplasias tem crescido muito e tomado grande importância a clínica dermatológica, chegando até 50% das casuísticas de alterações dérmicas, suas lesões são muito similares a olho nu, e como as demais doenças a diferenciação por exames complementares traz um diagnóstico eficaz, assim aumentando a probabilidade de sucesso no tratamento. (SPRENGER et. al., 2014)

2 REVISÃO DE LITEATURA

Segundo Silva et. al. (2017), a habronemose cutânea é uma patologia que se manifesta com lesões granulomatosas (imagem 1), que podem ou não apresentarem ulcerações (no quadro inicial geralmente não apresenta), aderidos no tecido subcutâneo e de consistência firme. As lesões se dão por uma reação de hipersensibilidade à larvas de parasitas intestinais, que por acidente podem depositar no tecido cutâneo – ou seja, não desenvolvem seu ciclo natural completo - dos equinos, estas são da família *Habronema* e *Draschia*, as moscas são atraídas por feridas abertas e escoriações e depositam suas larvas em região ocular, lábios e regiões constantemente úmidas; ocorrem geralmente no período de verão, por isso pode ser conhecida popularmente como “ferida de verão”. Segundo Freitas et. al. (2011), a reação de hiperssensibilidade acontece com as larvas já mortas, e acrescenta algumas regiões como prepúcio, linha do abdômen, anca e pescoço. E ressalva a outra nomenclatura popular da patologia como “esponja”.

Imagem 1: Lesão granulomatosa na narina de um equino, característica de hebronemose.



Fonte: Freitas et. al. 2011

Pires et. al., em 2003, fez uma correlação entre o aumento de casos em sua região – Mossoró/RN – e o esporte de vaquejada, ele observou que houve aumento de casos principalmente em regiões de membros posteriores, onde alguns equinos podem passar por um período de alto estresse e exercícios acima do recomendado, sem respeitar o período de descanso ou atividades de recuperação; assim como o transporte inadequado que pode gerar pequenos traumas atraindo moscas a deposição de larvas de *Habronema* e *Draschia*. O aumento de casos ocorreu no período de abril a outubro, em que ocorrem mais eventos esportivos. Vale destacar que o período mais úmido do ano na região também compreende nesse espaço de tempo que varia de março e junho, onde houve um pico de casos no estudo relatado.

O tratamento é local e consiste na retirada da camada granulomatosa e a cicatrização da ferida. Pode ser feito com anestésico local para curetagem; com a abertura da ferida as lesões podem apresentar exsudatos sero-sanguinolento, é importante a administração tópica diária, duas vezes ao dia, durante 30 dias, de larvicida, ureia, antibiótico e antiinflamatório, vale ressaltar que é de uso diário, e antes é necessário a limpeza da ferida com gases, água e sabão neutro, retirando grânulos, tecidos desvitalizados e qualquer sujidade que possa está presente. Feito isto, seca a região com novas gases para aplicação do conjunto de pomadas. A ferida deve permanecer com curativo a fim de evitar novas contaminações por parasitas ou infecções secundárias. É de suma importância

para o sucesso do tratamento e evitar recidivas o controle de vetores e a manutenção do ambiente limpo e sem excesso de umidade. (ROCHA et. al., 2015)

Enquanto temos a Pitiose, uma doença que desenvolve em diversas espécies como domésticas, selvagens e até mesmo em humanos; sendo a espécie que mais ocorre é a equina. Principalmente animais que pastam em regiões alagadas como pantaneiras. (PEDROSO et. al., 2009)

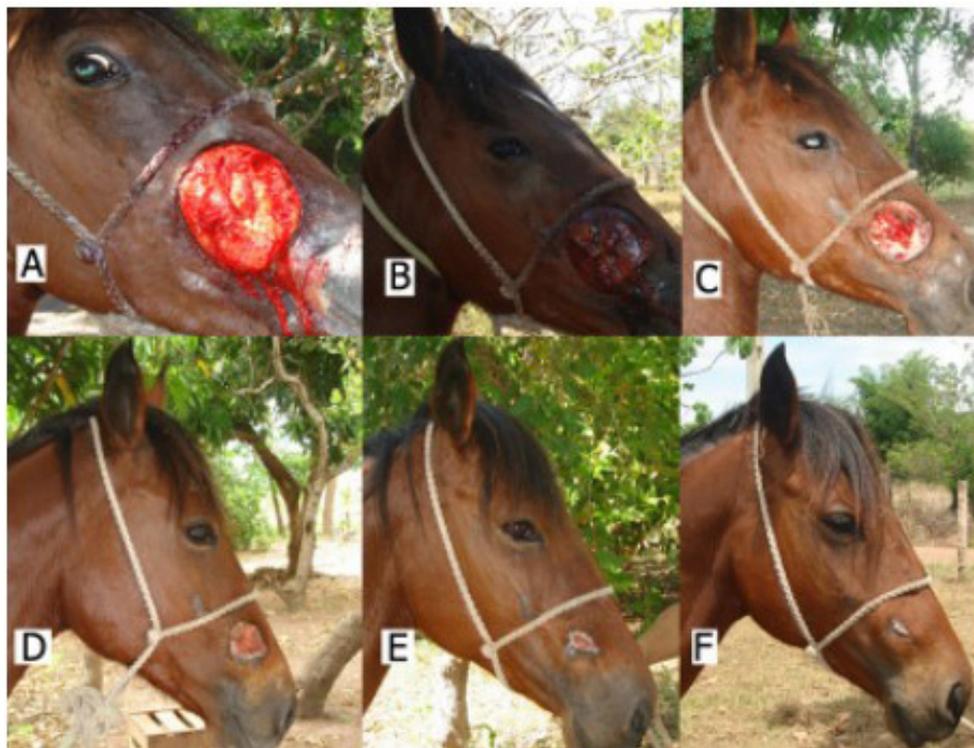
Se apresenta como diagnóstico diferencial da habronemose, a pitiose assemelha-se em suas características clínicas com lesão cutâneas (do mesmo modo apresentam subcutâneas), granulomatosas e ulcerativas. O histórico clínico do animal também converge em uma das características da habronemose que é o ambiente úmido, até mesmo alagado. Por estas coisas o diagnóstico deve ser preciso e eficaz, pois a pitiose é de difícil tratamento, e o prolongamento do diagnóstico tende a piorar o prognóstico do paciente. Um ponto que difere entre elas, é a lesão é o *kunkers*, que leva o mesmo nome dos corais do qual se assemelha, são hifas necróticas branco-amareladas, é característica apenas na espécie equina em pitiose. (Pedroso et. al., 2009) A localização das lesões pode ser na face e com predominância da porção distal dos membros, é possível que seja pela região ter maior contato com a água. Vale evidenciar uma diferença em relação a habronemose que as lesões destas na face tendem a se localizar próximo aos olhos, recorrentemente na porção medial e intimamente ligada aos lábios (SANTOS et. al., 2011)

O agente causador da pitiose é um fungo *Pythium insidiosum*, recorrente em climas tropicais e semi-tropicais. O que difere dos demais fungos e que causa tanta dificuldade no tratamento, são algumas diferenças estruturais, principalmente na sua membrana plasmática, pois a maioria dos fungos têm quitina em sua parede; já o *Pythium insidiosum*, celulose e β -glucanas, e não contém esteroides como ergosterol, que é o principal alvo dos antifúngicos disponíveis no mercado. (SANTOS et. al., 2011)

É importante a solicitação de exames complementares para o fechamento do diagnóstico, comumente a biópsia é o exame de predileção, entretanto com a facilidade de formação de exsudato pode atrapalhar na conclusão do laudo. Outros exames que devem ser realizados são o PCR (teste moleculares), sorológico (SANTOS et. al., 2011) e imuno-histoquímico. (PEDROSO et. al., 2009)

O tratamento convencional consiste em remoção cirúrgica da lesão, aplicação de iodeto de potássio 10%, via intravenosa, associado ao sulfato de cobre em aplicação tópica ou o tratamento de imunoterapia com intervenção cirúrgica (SALLIS, PEREIRA E RAFFI, 2003). Enquanto Santos et. al. (2011), descreve o uso com sucesso de imunoterapia sem intervenção cirúrgica com sucesso (imagem 2), porém é determinante que o diagnóstico seja feito de forma precoce.

Imagem 2: Lesão de Pitiose facial, (A) abordagem e (B-F) evolução do quadro clínico com aplicações de imunoterápico.



Fonte: SANTOS et. al., 2011

Outra dermatopatia frequente que temos na clínica médica de equídeos é a fotossensibilidade, que é um efeito biofísico que ocorre quando há uma reação conjunta do comprimento de e onda da luz solar com agentes fotodinâmicos específicos da pele. Podem se dividir primária e secundária, quando se fala em afecção em pele, existem outros tipos, porém, a fotossensibilidade se dá por causas secundárias a outras reações (AMADO et. al., 2018); ambas possuem em comum um agente tóxico na corrente sanguínea do animal, e ambas possuem as mesmas características clínicas. (MACEDO, BEZERRA E BLANCO, 2006) Segundo Amado et. al. (2018), a *Froelichia humboldtiana* no Nordeste ganha destaque em causa de fotossensibilidade primária em equinos, outras plantas que podem causar toxicidade são: *Malachra fasciata*, *Brachiaria* spp, *Lantana* spp, *Senecio* spp, *Stryphnodendron* spp, *Enterolobium* spp, *Crotalaria retusa*, *Panicum dichotomiflorum* e *Myoporum* spp.

Fotodermatites em geral acarretam perdas econômicas, como perda de peso do animal, prurido (que gera feridas e escoriações), podendo levar a infecções secundárias (AMADO et. al., 2018), até mesmo habronemose, por atrair moscas do gênero *Habronema* e *Draschia* com as feridas abertas (Knupp et. al., 2014); debilidade, desvalorização de

animais despigmentados, podendo em alguns casos mais severos até levar a morte dos animais. (SILVA, 2016)

Pode se manifestar em diferentes faixas etárias, independe do sexo no indivíduo, se é castrado ou não, e pode ocorrer nas mais diversas regiões do Brasil, porém, sua incidência é maior nos períodos chuvosos. Em equinos os sinais clínicos podem apresentar com hipertermia, alopecia, prurido, presença de crostas – especialmente em áreas despigmentadas e região da face, coroa do casco, garupa e região dorsal (Amado et. al., 2018). Assim como podem apresentar edema, necrose, sensibilidade ao toque, fotossensibilidade, lambedura compulsiva das feridas e em casos mais graves icterícia, podemos observar na imagem 3 (MACEDO, BEZERRA E BLANCO, 2006)

Imagem 3: Asinino com lesões de fotossensibilidade.



Fonte: Knupp et. al., 2014

O ideal é que o diagnóstico seja feito com anamnese mais exames laboratoriais, podem ser solicitados de sangue com solicitação bioquímica de AST, GGT, bilirrubina total, direta e indireta; e biopsia coletada da lesão (ideal que também retire na porção de pele não afetada, para comparação laboratorial do patologista), submergido em formal tamponado a 10%. (KNUPP et. al., 2014)

Para o tratamento, o isolamento do sol é essencial, um ambiente limpo e livre de insetos (ideal que administre repelente na baía e tópico), é essencial a mudança na

alimentação do paciente, a identificação da possível planta tóxica que esteja causando o quadro na propriedade e remoção da mesma na propriedade; antibióticos para prevenção de infecção secundária e antiinflamatórios. (KNUPP et. al., 2014)

Existem doenças autoimunes que se manifestam de forma dermatológica, a mais importante delas é o pênfigo foliáceo, mesmo afetando diversas espécies, até humanos, o desenvolvimento do pênfigo é raro, porém de grande importância médica e econômica. Pois os sinais sistêmicos são dor, depressão, letargia, hiporexia, perda de peso, hiperemia e edema ventral, de tal forma impedindo o desempenho normal do animal em sua atividade, sinais sistêmicos podem estar presentes em torno de 50% da casuística. Os sinais clínicos são lesões erosadas ou crostosas, anulares com ou sem a presença de “colarinho” epidérmico, alopecia e variado grau de exsudação e descamação (OLIVEIRA FILHO et. al., 2007).

Enquanto Monteiro et. al. (2007), caracteriza-as por uma evolução lenta, inicialmente as lesões tendem a se manifestar nos membros e face; e pode levar meses para se tornar generalizada (imagem 4). Estas inicialmente manifestam como colaretes epidérmicos, que evoluem para lesões papulomatosas, que se tornam lesões escamacrostosas e por fim alopécicas. Por sua vez podem apresentar exsudação e seborreia, as de características crônicas apresentam crostas mais grossas e podem apresentar-se com pregueamento da pele. De forma menos frequente, estas lesões podem aparecer no úbere ou prepúcio. Sinais clínicos gerais podem ser hipertermia, perda de peso, hiporexia e depressão.

Imagem 4: Equino com lesões generalizadas de Pênfigo Foliáceo.



Fonte: Oliveira Filho et. al., 2007

Vale destacar que não há predileção da doença por sexo, idade, raça, região ou sazonalidade. A faixa etária de animais acometidos se mostra muito ampla, variando de 2 meses a 20 anos, de forma que, animais de até um ano, clinicamente apresentam-se de forma mais amena e há retalhos até de regressão espontânea do pênfigo. (MONTEIRO et. al., 2007)

O diagnóstico deve ser feito através da anamnese, exame físico e laboratoriais, com predileção a biopsia incisional no cento da lesão - o material deve ser enviado submerso em solução de formol a 10% por até 24 horas, se necessário transferir a amostra para solução de álcool a 70%, submerso. (CARDONA et al., 2016)

Enquanto o tratamento deve ter o foco de diminuir a resposta imune que desencadeia a patologia, o uso de glicocorticoides como imunossuppressores e imunomoduladores tem destaque. (MONTEIRO et. al., 2007) O fármaco de predileção de Cardona et al., (2016), foi o dexametasona, durante 25 dias, 0,1mg/kg a cada 24 horas, para uma égua de 4 anos, relata que notou melhora em 12 dias de tratamento. Enquanto Oliveira Filho et. al., 2007, faz o uso não somente de dexametasona, na mesma dosagem durante 14 dias, sendo reduzida à metade a cada 15 dias, até atingir a dose de 0,125mg/kg/pv, como dose de manutenção, e também um combinado com um antibiótico sistêmico – enrofloxacin 5mg/kg/pv, uma vez ao dia. Relata que, apesar do paciente receber alta sem sinais clínicos, houve recidiva, novamente confirmado por biopsia o Pênfigo foliáceo, e a retomada da terapia, com dose de manutenção de dexametasona, vale ressaltar que foi em um paciente de 9 anos.

Há importância clínica quando a infecções bacterianas da pele, como a foliculite bacteriana, está em contramão das demais afecções não apresenta prurido, as lesões tendem a ter uma característica muito mais dolorosa que pruriginosa - apenas em alguns casos apresenta prurido. (Melo, Ferreira e Palhares, 2011) De grande importância clínica pois é diagnóstico diferencial de diversas doenças de pele como pitiose, hipersensibilidade a picada de inseto, pênfigo foliáceo, dermatofilose e dermatofitose; por sua lesão característica de “roído de traça”, deste modo, é de suma importância exames complementares como biópsia de pele, cultura bacteriana e fúngica, assim como antibiograma. (MONTEIRO et. al., 2008)

Também chamada de pioderma superficial, a foliculite bacteriana ocorre em épocas quentes do ano, úmidas, e com alta densidade na população de insetos no ambiente, o manejo higiênico é de suma importância para evitar a dermatopatia, visando que alguns desses podem agredir a epiderme, lesando de uma forma que exponha a camada média – derme – até mesmo que chegue a endoderme a depender

do nível de infestação e espécie, tal como podem gerar irritações simples que geral prurido e ao coçar o animal lesione a pele de forma a expor camadas mais susceptíveis ao ambiente. Quando isto acontece, pode ocorrer uma infecção bacteriana e uma reação inflamatória no local; de maneira tal que resulta na destruição folicular. Consequentemente, se a infecção se alastrar pode evoluir para uma piodermite profunda ou furunculose. (MELO, FERREIRA E PALHARES, 2011)

Alguns agentes que podem estar associados são: *Staphylococcus aéreos*, *Staphylococcus simulans* (MONTEIRO et. al., 2008), *Corynebacterium pseudotuberculosis*, *Bacillus sp.* (MELO, FERREIRA E PALHARES, 2011), *Streptococcus sp.* e *Corynebacterium pseudotuberculosis* (OLINDA, CÂMARA E FEIJÓ, 2009); por isso é essencial a cultura bacteriana nos equinos suspeitos para denominar qual espécie está causando a infecção e o antibiograma para determinar qual o melhor tratamento a ser eleito. (MONTEIRO et. al., 2008)

É de característica clínica pápulas, uceras, exsudato purulento, seroso e serosanguinolento, com formação de crostas, com áreas de epilação e alopecias em formato circular. Quanto a localização das lesões, são mais encontradas na região distal dos membros, região cervical e dorso-lombar, como podemos ver na imagem 5. (MELO, FERREIRA E PALHARES, 2011)

O tratamento instituído segundo Melo, Ferreira e Palhares, em 2011, frequentemente utiliza iodopovidine de administração tópica, shampoo a base de clorexidine assim como peróxido de benzoíla, que são agentes bacteriostáticos e bactericidas; para lesões leves, como o uso de pomadas com sulfadiazina quando há poucas lesões e em casos mais críticos é indicado o uso de antibióticos sistêmicos. A terapia pode ser instituída por quinze dias e a limpeza das lesões feitas uma vez ao dia durante quinze dias; quando necessário o uso diário de antibiótico sistêmico, a frequência pode variar com o fármaco escolhido pelo médico-veterinário. (MELO, FERREIRA E PALHARES, 2011)

Imagem 5: Lesões de foliculite bacteriana causadas por *Bacilos sp.*



Fonte: Melo, Ferreira e Palhares, 2011

Seguindo com doenças bacterianas, outra de grande importância é a dermatofilose, causada pela bactéria *Dermatophilus congolensis*, que é um actinomiceto aeróbico facultativo, Gram positivo, causando dermatite papular, exsudativa e com crostas; (AUFOX et. al., em 2018) com presença de necrose, acantose e formação de escamas. Não há correlação entre idade, sexo ou raça, porém é relacionada ao clima úmido e com altas temperaturas (tornando maior sua importância nacional, por termos um clima predominantemente tropical). No corpo do paciente pode desenvolver de forma geral, espalhada por todo corpo, (MELO et. al., 2009) ou focal na região de dorso, isto segundo Pessoa et. al. (2014), apresenta de forma frequente, já Aufox et. al., em 2018, descreve como frequente na região de quartela em seus casos estudados.

Melo et. al. (2009), cita duas formas de manifestação clínica a primeira correlacionada a pelagem longa, invernal, um pouco mais difícil de visualizar as crostas,

por outro lado facilmente palpável. A segunda, associada a pelagem curta, forma estival, as lesões são menores. Ambas com pelos aglutinados por suas lesões.

O maior risco a um rebanho são os portadores assintomáticos, estes acarretam a *Dermatophilus congolensis* a animais saudáveis por contato direto ou fômites. Sendo um agente oportunista penetra na epiderme e se manifesta em situações favoráveis. É relativamente resistente a fatores ambientais, em uma simples amostra de crosta seca o agente é viável por até três anos e meio. (OLINDA, CÂMARA E FEIJÓ, 2009)

Existem alguns pacientes com resistência ao *Dermatophilus congolensis*, possivelmente de caráter hereditário, contanto alguns fatores como a capacidade de geral uma resposta imunológica eficiente (onde este fator pode variar com quadro clínico do animal, fatores nutricionais e manejo), tipo de pelo e estrutura da pele deve influenciar neste aspecto. (MELO et. al., 2009) Segundo Aufox et. al., em 2018, em seu levantamento de caso – com 15 equinos - foi frequentemente associada a sarna coróptica, causada pelo ácaro do gênero *Chorioptes*.

O diagnóstico deve ser com base na anamnese, sinais clínicos e exames complementares que podem ser feitos com raspado de pele, cultura bacteriana e fúngica, antibiograma e até biopsia de pele (OLINDA, CÂMARA E FEIJÓ, 2009) ou por RT-qPCR (AUFOX et. al., em 2018). O tratamento tem como base antibiótico terapia, antiinflamatório e solução tópica antisséptica. (OLINDA, CÂMARA E FEIJÓ, 2009)

Imagem 6: Equinos com lesões de *Dermatophilus congolensis* multifocais.



Fonte: Olinda, Câmara e Feijó, 2009

Entrando em uma categoria de grande importância clínica para equinos são as neofomações, de forma tal que de todas as neoplasias diagnosticadas, metade são descritas como câncer de pele. (PESSOA et. al., 2014)

O carcinoma de células escamosas tem destaque por ser diagnóstico diferencial de diversas patologias de pele, como pitiose, habronemose, papiloma, fibropapiloma e tecido de granulação. É de suma importância que a diferenciação faça com o conjunto de anamnese, consulta clínica e exames complementares como histopatológico. (RABBERS et. al. 2014)

É importante frisar que se trata de uma neoplasia maligna, que se origina na epiderme por má formação de células tipo queratinócitos, (CHACUR et. al., 2014) onde a exposição prolongada a raios ultravioletas, como raios solares (é sugestivo que animais criados no sistema extensivo sejam mais susceptíveis), a falta de pigmentação na pele são fatores predisponentes a esse tipo de neoplasia. (PEIXOTO et. al., 2017). Outros fatores que devem ser levados em conta pelo clínico é a idade do animal – superior a 16 anos – macho, não castrado. (CHACUR et. al., 2014)

Em equinos acontece frequentemente em região com união muco-cutânea, assim região de pênis e prepúcio são mais acometidas (imagem 7). Tende a ocorrer recidiva no local já tratado, com possíveis metástase principalmente para os pulmões e linfonodos regionais. (CHACUR et. al., 2014)

O tratamento pode ser via cirúrgico, (CHACUR et. al., 2014), com aplicação de quimioterápicos, crioterapia e terapia fotodinâmica. O tratamento a ser estabelecido deve ser proposto a cada caso diante da sua necessidade e prognóstico a abordagem clínica. (RABBERS et. al. 2014)

Imagem 7: Equinos com lesões típicas de Carcinoma de Células Escamosas na região de pênis e prepúcio.



Fonte: Rabbers et. al. 2014

Alguns tumores são mais agressivos como os fibrossarcomas, que tem sua origem na pele, na subcamada mesequimal, ocorre em todas as espécies domésticas principalmente em pequenos animais, sendo o gato em primeiro lugar quanto a incidência, tendo 15-17% dos tumores de pele diagnosticados, seguido dos caninos com cerca de 1,5% e subsequentes bovinos e equinos. É possível que felinos domésticos tenham

uma recorrência mais acentuada por uma reação prolongada coadjuvante a vacinação. (VALVASSORI E INKELMANN, 2016)

Na primeira abordagem clínica o paciente pode chegar com um histórico de ferida aberta, até mesmo ulcerada sem sucesso de cicatrização e aspecto esponjoso. (RODRIGUES, OLIVEIRA E RODRIGUES, 2018). Devem aparecer com característica tátil firme, sem delimitação quanto ao formato ou tamanho, com aspecto de couve flor, podem passar longos períodos sem se infiltrar em tecidos adjacentes, como visto nas imagens 9.1 e 9.2, (FARINAZZO et. al., 2002) porém tem mais característica de metástase do que compreensão de tecidos adjacentes. Sendo de moderada a rápida sua evolução. (VALVASSORI E INKELMANN, 2016)

O diagnóstico é fechado com anamnese e exames complementares com predileção ao histopatológico, o tratamento de eleição é a extração cirúrgica do tumor com margem ampla e profunda, é importante a limpeza diária da ferida (VALVASSORI E INKELMANN, 2016) com iodo povidine, pomada cicatrizante e antibiótico terapia para evitar infecção secundária, a depender do tamanho da ferida cirúrgica (vai variar com o tamanho do tumor mais a margem de no mínimo 3cm), pode cicatrizar completamente em até 15 dias. (FARINAZZO et. al., 2002)

Imagem 8.1: Lesão no costado do equino; Imagem 8.2: Lesão na região metatárcica.



Fonte: Rodrigues, Oliveira e Rodrigues, 2018

Finalizando com tumores malignos temos o sarcoide, que segundo Pinheiro et. al., em 2015, é a neoplasia maligna que mais atinge os equinos, não possui característica de sazonalidade com clima, tendo relatos da patologia por todo o mundo, não há predileção quando ao sexo ou raça, a idade tende a ser entre 1-6 anos; frequentemente há o histórico de traumas ou feridas no local que surge o sarcoide, sem explicação clara sob a

fisiopatogenia da relação trauma-tumor, por outro lado há uma correlação entre papiloma vírus bovinos, apesar da especificidade do agente quando sua patogenia, comumente é encontrado em amostras de pele com lesões de sarcoide.

Suas lesões tendem a ser múltiplas, podem durar por períodos prolongados, e apesar disto há relator de completa regressão mesmo sem tratamento. Vale ressaltar que é a única neoplasia que afeta todos os equídeos. (PINHEIRO et. al., 2015)

Pode ser classificado em seis tipo: Miligno, misto, verrugoso, nodular, superficial e fibroblástico. Por isso há uma vasta variedade de tipos de tratamento que deve ser escolhido pelo tipo de tumor e seu grau de evolução, tendo em vista que cada tratamento há um nível diferente de invasão tecidual, localização e sucesso terapêutico. Alguns desses tratamentos que são mais aplicados são: radioterapia, criocirurgia, cirurgia a laser, remoção cirúrgica e o uso tópico de aciclovir. O diagnóstico deve ser fechado com anamnese, exame clínico e exames complementares de biopsia de pele e estudo histológico. (BROMERSCHENKEL E FIGUEIRÓ, 2013)

Os mastocintomas são tumores benignos, tem origem em alterações de células mastócitas, exemplificado na Imagem 9, encontradas na pele, há relatos que aflige o trato respiratório superior e olhos. Acomete apenas 2-7% dos casos diagnosticados, sendo a forma mais comum de ser encontrada um tumor dérmico sem grandes complicações, pode apresentar ulcerações, secreção muco-purulenta e dor regional, ou a forma sistêmica onde o paciente apresentará síndrome respiratória grave (a depender do nível de evolução tumoral), queda no desempenho, sendo uma forma mais agressiva de mastocitoma. (LACERDA et. al., 2019), são importantes para diagnóstico diferencial de outras neoplasias como sarcoide, carcinoma de células escamosas e tecido de granulação. (SILVA-MEIRELLES et. al., 2016)

Segundo Silva-Meirelles et. al., em 2016, equinos machos entre 1-25 anos são mais acometidos, o diagnóstico deve ser fechado com exames complementares como biopsia de pele, que pode ser feito com extração de uma porção do tumor ou coleta por aspiração. Sendo confirmado o tratamento é cirúrgico retirando todas as massas neoplásicas, com pós-operatório sendo administrado antiinflamatório, antibiótico terapia, e limpeza diária da ferida cirúrgica com iodo povidine e cicatrizante com repelente. Ressalta a importância do acompanhamento para possíveis recidivas, caso haja, o tratamento é novamente cirúrgico.

Imagem 9: Tumor cutâneo mastocintoma.



Fonte: Silva-Meirelles et. al., 2016

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dermatopatias em equinos são de extrema importância clínica pois em muitas das vezes acarretam complicações crônicas e sistêmicas, que geram perdas econômicas não apenas pelo tratamento, assim como a queda da performance do animal, aqueles que são destinados a exposições e competições tendem a ter maiores prejuízos.

São de suma importância exames complementares de histopatológico e biopsias de pele, tendo em vista a similaridade das lesões, das quais nem sempre apenas com anamnese e exame clínico físico do paciente é possível chegar ao diagnóstico em primeira mão, e com a demora do diagnóstico e tratamento adequado, além de acarretar maiores danos ao proprietário, também pode acarretar maiores prejuízos a saúde do equino, até em casos mais graves a morte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMADO, G. P.; SILVA, C. C.B.; BARBOSA, F. M.S.; NASCIMENTO, H. H.L.; MALTA, K. C.; AZEVEDO, M. V.; LACERDA-LUCENA, P. B.; LUCENA, R. B. Surtos de Fotossensibilização e Dermatite Alérgica em Ruminantes e Equídeos no Nordeste do Brasil. **Pesq. Vet. Bras.** Rio de Janeiro, vol.38, no.5, mai. 2018.

AUFOX, E. E.; FRANK, L. A.; MAY, E. R.; KANIA, S. A.. The prevalence of *Dermatophilus congolensis* in Horses With Pastern Dermatitis Using PCR to Diagnose Infection in a Population of Horses in Southern USA. **Veterinary Dermatology**. vol. 29, p. 435-e144. Oct. 2018.

BIACHI, M. VI.. **Dermatopairia Diagnosticasas no Setor de Patologia Veterinária da UFRGS de 2000 a 2013**. 2013. 25 f. Monografia. Faculdade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul. 2013.

BROMERSCHENKEL, I.; FIGUEIRÓ, G. M.. Tratamento Sarcóide Equino: revisão de literatura. **Revista Agropecuária Científica no Seminário**. v. 9, n.3, p. 7-10, Jun-set, 2013.

CARDONA Á. J. A.; BUITRAGO, JA, JIMÉNEZ I. Descripción Clínica, Histológica e Histoquímica del Pénfigo Foliáceo Equino: un reporte de caso. **Rev. CES Med. Zootec**. v. 11, n. 3, p. 104-112. 2016.

CHACUR, M. G. M.; FACHINI, B. A.; YAMASAKI, L.; BASSO, K.; SANCHES, O. C.; PESSOA, V. M.. Carcinoma das Células Escamosas no Prepúcio com Invasão Vertebral em Equino. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 35, n. 3, p. 1383. Londrina. maio/jun. 2014.

FARINAZZO, A. M.; STURION, D. J.; ISHIY, H. M.; QUESSADA, A. M.; OKANO, W.; VIOTTI, N. M. A.; CAVICHIOILLI, J. H.. Aspecto do Tratamento Cirúrgico de Fibrossarcoma Equino: relato de caso. In: ENCONTRO DE ATIVIDADES CIENTÍFICAS. n. V. 2002. Paraná. **Anais**. Paraná: Universidade Norte do Paraná da Unopar. ISBN 85-87686-08-9. 2002.

FREITAS, F. C. DE; MORAES, A. T. B. DE; VALENTE, P. P.; AGOSTINHO, J. M. A.; MAGALHÃES, G. M.. Habronemose Nasal em uma Égua. **Nucleus Animalium**, v.3, n.1, mai. 2011.

KNUPP, S. N. R.; BORBUREMA, C. C.; OLIVEIRA NETO, T. S.; MEDEIROS, R. DE; KNUPP, L. S.; RIET-CORREA, F.; LUCENA, R. B.. Surtos de Fotossensibilização Primária em Equídeos Causados por *Froelichia humboldtiana*. **Pesq. Vet. Bras**. v.34, n.12, Rio de Janeiro, Dez. 2014.

LACERDA, R. R. DE; PACHECO, J. C. G.; TAKENAKA, C. S.; TORRES, L. N.; MATHEUS, M. M.; OLIVEIRA, N. F. DE O. E.; DIAS, D. C. R.; CORRÊA, R. R.. Características Clínicas, Histopatológicas e Imuno-histoquímicas do Mastocitoma Cutâneo Equino: relato de caso. **R. bras. Ci. Vet.**, v. 26, n. 3, p. 64-68, jul./set. 2019.

MACEDO, M.F.; BEZERRA, M.B.; BLANCO, B. S.. Fotossensibilização em Animais de Produção na Região Semi-árida do Rio Grande do Norte. **Arq. Inst. Biol.**, v.73, n.2, p.251-254, São Paulo, abr./jun., 2006.

MELO, U. P. DE; FERREIRA, C.; FIÓRIO, R. C.; ARAÚJO, T. B. S.; SANTOS, P. M. P. DOS. Linfangite Aguda e Síndrome da Resposta Inflamatória Sistêmica Secundárias e Dermatofilose Generalizada em um Equino. **Acts Veterinária Brasilica**. v. 3, n. 1, p. 33-37. 2009.

MONTEIRO, G. A.; SOUZA, M. V. DE; CONCEIÇÃO, L. G.; BORBA, BALBI; C. DE L. R.; MOREIRA, M. A. S.. Pênfigo Foliáceo em um Equino. **Cienc. Rural**. v.37, n.2. Santa Maria, Mar./Abr. 2007.

MONTEIRO, G. A.; SOUZA, M. V. DE; CONCEIÇÃO, L. G.; BORBA, B. E R.; LACERDA, C. DE; MOREIRA, M. A. S.; MOREIRA, J. DO C. L.. Diagnóstico das Dermatoses Alopécicas Multifocais em Equinos da Zona da Mata Mineira do Brasil. **Veterinária e Zootecnia**. v. 15, n. 1, p. 139-149, abr. 2008.

MELO, U. P. DE; FERREIRA, C.; PALHARES, M. S.. Foliculite bacteriana em Equinos: relato de caso. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.5, n.3, p.337-342, 2011.

PEDROSO, P. M. O.; BEZERRA JÚNIOR, P. S.; PESCADOR, C. A.; DALTO, A. G. C.; COSTA, G. R. DA; PEREIRA; D. I. B.; SANTURIO, J. M.; DRIEMEIER, D.. Diagnóstico imuno-histoquímico de pitiose cutânea em equinos. **Acta Scientiae Veterinariae**. v.37, n.1, p. 49-52. 2009.

PESSOA, A. F. A.; PESSOA, C. R. M.; MIRANDA NETO, E. G.; DANTAS, A. F. M.; RIET-CORREA, F.. Doenças de pele em equídeos no semiárido brasileiro. **Pesq. Vet. Bras**. v.34, n.8, Rio de Janeiro Ago. 2014.

PEIXOTO, D. D.; IANCZKOVSKI, V.; COSTA, P. H. R. DA; TAMMENHAIN, B.; CARON, V. F. O Uso da Eletroquimioterapia no Tratamento no Carcinoma de Células Escamosas em Felinos: relato de caso. **Rev. Elet. Biociência, Biotecnologia e Saúde**. v. 10. n. 19, 2017.

PINHEIRO, M.; PIMENTEL, M. M. L.; VAGO, P. B.; BARRÊTO JUNIOR, R. A.; DIAS, R. V. DA C.. Sarcoide Equino: revisão de literatura. **Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR**, v. 18, n. 2, p. 103-107, Umuarama, abr./jun. 2015.

PIRES, M.L.S.; DIAS, R.V.C.; DUARTE, A.L.L.; MEDEIROS, M.V.S.. Estudo Retrospectivo dos Casos de Habronemose Cutânea em Equinos no HOVET – **IX SEMIC**. P. 132-133, Mossoró, RN. Set. 2003

RABBERS, A. S.; RABELO, R. E.; VULCANI, V. A. S.; SANT'ANA, F. J. F. DE; LIMA, C. R. DE O.; SILVA, L. A. F. DA. Diagnóstico Clínico, Laboratorial e Tratamento Cirúrgico do Carcinoma de Células Escamosas no Genital de Equinos Machos: relatos de dois casos. **R. bras. Ci. Vet.**, v. 21, n. 1, p. 12-18, jan./mar. 2014.

ROCHA, J. M. DA; FERREIRA-SILVA, J. C.; FREITAS NETO, L. M.; FERREIRA, H. N.; SANTOS, M. H. B. DOS; OLIVEIRA, M. A. L. DE. Abamectina no Tratamento de Habronemose Cutânea em Equino: relato de caso. **Ciênc. vet. tróp.**, v.18, n. 2, Recife-PE, mai/ago 2015.

RODRIGUES, T.; OLIVEIRA, A. D. V. DE; RODRIGUES, N. N. P.. Pesquisa bibliográfica. In:____. Fibrossarcoma Cutâneo em Equino: relato de caso. **A Produção do Conhecimento na Medicina Veterinária**. Ed. Atena. 2019.. N 208-209. Cap. 27

SALLIS, E. S. V.; PEREIRA, D. I. B.; RAFFI, M. B.. Pitiose Cutânea em Equinos: 14 casos. **Cienc. Rural** v.33, n.5, Santa Maria Set./Out. 2003.

SANTOS, C. E. P. DOS; JULIANO, R. S.; SANTURIO, J. M.; MARQUES, L. C.. Eficácia da Imunoterapia no Tratamento de Pitiose Facial em Equino. **Acta Scientiae Veterinariae**. v.39, n.1, p. 955. 2011.

SILVA-MEIRELLES, J. R.; BUSATO, E. M.L; SOUSA, R. S.; DECONTO, I.; BRUM, J. S.; DORNBUSCH, P. T.. Mastocitoma Cutâneo Equino: quando suspeita?. **Archives of Veterinary Science**. v. 21, n.1, p.70-76, 2016

SILVA, T. O.; ZULIANI, F.; INÁCIO, R. B.; MASSENO, A. P.; SOTERO, A.; ROMÃO, F. M.. Habrnemose Cutânea Equina: relato de caso. **Revista Científica de Medicina Veterinária**. São Paulo, ano XIV, n. 29, Jul. 2017

SILVA, C. C. B. DA. **Surto de Fotossensibilização Primária por Consumo de *Froelichia huboldtiatana* em Ruminantes e Equídeos no Município de Assú Rio Grande do Norte**. 27 f. Monografia. Universidade Federal da Paraíba. Paraíba. 2016.

SPRENGER, L. K.; GABARDO, L. B.; RISOLIA, L. W.; MOLENTO, M. B.; SILVA, A. W. C. DA; SOUSA, R. S. DE. Frequência de Neoplasias Cutâneas em equinos: estudo retrospectivo do Laboratório de Patologia Veterinária da Universidade do Paraná. **Archives of Veterinary Science**. v.19, n.3, p. 81-86, 2014.

OLINDA, R. G.; CÂMARA, A. C. L.; FEIJÓ, F. M. C.. Primeiro Relato de Dermatofilose Generalizada em Equino no Rio Grande do Norte. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.3, n.4, p.187-192, 2009.

OLIVEIRA FILHO, J.P.; GONÇALVES, R.C.; CHIACCHIO, S.B.; AMORIM, R.M.; CONCEIÇÃO, L.G.; BORGES, A.S.. Pênfigo Foliáceo em Equino: relato de caso. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**. v.59, n.5, Belo Horizonte, Out. 2007.

VALVASSORI, J. Z.; INKELMANN, M. A.. **Fibrossarcoma Cutâneo em Equino: relato de caso**. Salão do conhecimento: ciência alimentação do Brasil. Evento: XVII. Jornada de Extensão. Unijui 2016

CAPÍTULO 27

DETECÇÃO DE ANTICORPOS ANTI-NEOSPORA CANINUM POR ENSAIO IMUNOENZIMÁTICO EM OVINOS DO MUNICÍPIO DE SÃO ROQUE NO ESTADO DE SÃO PAULO

Data de submissão: 27/02/2021

Data de aceite: 24/03/2021

Aparecida do Nascimento Silva

Universidade de Sorocaba
Sorocaba/ SP

<http://lattes.cnpq.br/5653736684423071>

Andrea Cristina Higa Nakaghi

Universidade de Sorocaba
Sorocaba/ SP

<http://lattes.cnpq.br/5481790882198464>

Ana Carolina Rusca Correa Porto

Universidade de Sorocaba
Sorocaba/ SP

<http://lattes.cnpq.br/7318699464819416>

Edilene Goroi Rainha

Universidade de Sorocaba
Sorocaba/ SP

<http://lattes.cnpq.br/5525570478255749>

RESUMO: A criação de pequenos ruminantes é um dos setores em crescimento no Brasil tendo em vista a diversificação da produção: carne, pele, lã ou leite. O sistema de criação está intimamente relacionado ao sucesso na produção ou ao prejuízo causado pelas parasitoses. Neosporose é uma doença

parasitária causada pelo *Neospora caninum*, que tem sido diagnosticada no Brasil especialmente associada a distúrbios reprodutivos e abortos em bovinos, mas que já foi descoberto em diversas espécies de animais. Poucos são os estudos sobre a neosporose na região sudeste apesar do crescente interesse na produção de ovinos, portanto este trabalho objetivou apresentar a ocorrência desta enfermidade em propriedades da região de São Roque no Estado de São Paulo. Foram testadas 70 amostras de sangue de ovinos, dараça Dorper, para a pesquisa de anticorpos anti-*Neospora caninum* pelo ensaio imunoenzimático ELISA. Num total de 70 amostras, em 26 (37,2%) foi possível detectar anticorpos anti-*N. caninum*, e em 44 (32,8%) amostras não foi observada reatividade frente aos antígenos de *N. caninum*. conclui-se que o *Neospora caninum* é um parasita presente nos rebanhos ovinos de São Roque, no estado de São Paulo, e que estudos epidemiológicos são essenciais para o delineamento de ações de profilaxia na região. Os resultados aqui encontrados sugerem estudos sorológico em cães, hospedeiros definitivos, e pesquisa de outros fatores de risco para a infecção, além das co-infecções que causam doenças reprodutivas nessa espécie.

PALAVRAS-CHAVE: *Neospora caninum*. Neosporose. Ovinos. ELISA.

ANTI-NEOSPORA CANINUM ANTIBODIES DETECTION BY IMUNOENZIMATIC ASSAY IN SHEEP FROM SÃO ROQUE IN SÃO PAULO STATE

ABSTRACT: Sheep herds is rising in Brazil due to its products: meat, wool and milk. The success or the depends on the system of production and it is closely related to the damage caused by parasites. Neosporosis is a parasitic disease caused by *Neospora caninum*, which has been diagnosed in Brazil especially associated with reproductive disorders and abortions in cattle, but which has already been discovered in several species of animals. There are few studies on neosporosis in the southeastern region despite the growing interest in sheep production, so this study aimed to present the occurrence of this disease in properties in the São Roque region in the state of São Paulo. Seventy sheep blood samples were tested for anti-*Neospora caninum* antibodies by the ELISA. In a total of 70 samples, in 26 (37.2%) it was possible to detect anti-*N. caninum* antibodies, and in 44 (32.8%) samples, no reactivity against *N. caninum* antigens was observed. It is concluded that *Neospora caninum* can infect sheep herds in São Roque, in the state of São Paulo, and that epidemiological studies are essential for the design of prophylaxis actions in the region. The results found here suggest serological studies in dogs, definitive hosts, and research of other risk factors for infection, in addition to the co-infections that cause reproductive diseases in this species.

KEYWORDS: *Neospora caninum*. Neosporosis. Ovine. ELISA.

1 INTRODUÇÃO

A criação de pequenos ruminantes é uma atividade que pode ser planejada para produção de carne, pele, lã ou leite. No agronegócio é um dos setores que gera crescimento econômico em todas as regiões brasileiras (DECKER et al., 2016). O sistema de criação está intimamente relacionado ao sucesso na produção ou ao prejuízo causado pelas parasitoses. Na maioria dos sistemas de criação de pequenos ruminantes, as enfermidades que mais repercutem na produção das fêmeas são aquelas que levam aos abortamentos (AISEN, 2008).

A Neosporose é detectada no Brasil desde 1999 em diversas espécies de hospedeiros, especialmente em cães e ruminantes (CERQUEIRA-CEZAR et al, 2017). Pouco são os relatos de neosporose clínica, entretanto sabe-se que alguns surtos de aborto e desordens reprodutivas em ovinos e bovinos devem estar relacionados aos testes positivos frente a *Neospora caninum* (CABRAL et al, 2009; ROSA et al, 2011; MACEDO et al, 2013; WARLETA et al, 2014; MACEDO et al., 2017; GUERRA et al, 2019; SANTOS et al, 2020)

Testes sorológicos indiretos como o ELISA e testes diretos como o PCR, são pré-requisitos para confirmação do diagnóstico do agente infeccioso (ASADPOUR et al., 2012;

PINHEIRO et al., 2015). A associação dos testes direto e indireto pode ser necessária tendo em vista que animais, mesmo livres de infecção, podem permanecer soropositivos por aproximadamente 6 meses (CARDOSO et al., 2012).

Doenças parasitárias estão comumente presentes nos rebanhos de ovinos das diversas regiões do país e estudos anteriores apontam prejuízos causados pela *Neospora caninum*. A frequente presença de cães convivendo intimamente com os ovinos nas propriedades e o manejo propiciam a transmissão e a permanência da infecção entre os animais. Poucos são os estudos sobre a neosporose na região sudeste apesar do crescente interesse na produção de ovinos, portanto este trabalho objetivou apresentar a ocorrência desta enfermidade em propriedades da região de São Roque no Estado de São Paulo.

2 METODOLOGIA

Para o estudo da ocorrência da neosporose ovina foram utilizadas amostras colhidas de 70 ovinos da raça Dorper, de propriedades situadas do município de São Roque, estado de São Paulo, onde são criados em sistema semi extensivo para produção de carne. Todo o procedimento foi autorizado pela CEUA-UNISO 077/2016.

Foram coletados 5 mL de sangue total por meio de punção da veia jugular de cada animal, independente de idade, sexo ou sinais clínicos. As amostras foram centrifugadas a 3000rpm por 5 minutos para obtenção dos soros que posteriormente foram armazenados a -20°C.

O teste sorológico foi realizado pelo ensaio de ELISA com diluição única das amostras a 1:200. A técnica foi realizada utilizando o Kit Imunotest *Neospora caninum* (IMUNODOT Diagnósticos®) de acordo com as instruções do fabricante. Para a interpretação dos resultados foi realizado um cálculo do índice de corte (I.C.). O I.C. é a média das densidades ópticas (D.O) dos soros controles negativos, multiplicada pelo fator 2,5 (TEIXEIRA, 2010). As amostras que apresentarem D.O. igual ou maior que o I.C. será consideradas positivas para *Neospora caninum*. As amostras que apresentarem D.O. menor que o I.C. será consideradas negativas para *Neospora caninum*.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as amostras colhidas foram submetidas ao ensaio imunoenzimático (ELISA) e dentre as 70 amostras (N=70) observou-se que em 26 (37,2%) amostras, anticorpos anti-*Neospora caninum* foram detectados, e, portanto, foram consideradas positivas. As outras 44 (32,8%) amostras não apresentaram reação frente aos antígenos de *N. caninum*,

portanto consideradas negativas. A soropositividade encontrada nesse estudo aproxima-se das frequências encontradas pelos testes sorológicos nos diversos estados brasileiros, entretanto mostra-se discretamente acima das prevalências encontradas no estado de São Paulo (CERQUEIRA-CEZAR et al, 2017). Trabalhos que utilizaram o teste sorológico indireto ELISA para detecção de anticorpos anti-*N. caninum* em ovinos demonstram que no Estado do Mato Grosso do Sul, GONÇALVES et al. (2004) e ANDREOTTI et al. (2009) observaram 12% e 32% de animais soropositivos respectivamente. VOGEL et al. (2006) observou no Estado do Rio Grande do Sul soropositividade de 3,2%. Resultados semelhante ao desta pesquisa foi descrito por ROSSI et al. (2008) no Estado de Minas Gerais, onde 36,7% dos ovinos estudados são soropositivos para *N. caninum*. Ainda assim, a positividade em ovinos nas propriedades de São Roque é considerada elevada em comparação com levantamento realizado por CERQUEIRA-CEZAR et al (2017) que apresenta porcentagens de soropositividade em amostras diluídas a 1:50.

De acordo com PINHEIRO et al. (2015) no teste ELISA observa-se especificidade de 94% e sensibilidade de 100% para detecção de *N. caninum* em ovinos, sendo utilizada em comparação com outras técnicas sorológicas (ÁLVAREZ-GARCÍA, 2003).

Neste teste são detectados anticorpos que se unem a antígenos, localizados na superfície celular de *N. caninum*, encontrados no soro do animal (MELO et al., 2006; SÁ et al., 2014). A utilização de um antígeno específico confere a especificidade do teste (BORSUK et al., 2011).

Vários estudos realizados para detecção de *T. gondii* demonstraram que diferentes estados do Brasil já detectaram anticorpos contra *T. gondii* em ovinos, o que também propõe uma ampla distribuição do protozoário nos rebanhos (CARNEIRO et al., 2009; LOPES et al. 2010; PEREIRA et al., 2012; MENDONÇA et al. 2013). HIGA et al. (2000) demonstrou reatividade cruzada entre os parasitas *T. gondii* e *N. caninum* em amostras de cães quando utilizado o teste ELISA com extrato puro de *N. caninum* como antígeno.

Pode-se associar a alta soropositividade dos animais testados com a presença de cães nas propriedades, ao sistema de criação semi extensivo, no qual os animais permanecem grande parte do tempo em pastejo (RIBEIRO et al, 2009) e em contato com os cães, e às ocorrências de abortos relatadas durante o período do estudo (DUBEY, 2011).

Portanto, conclui-se que o *Neospora caninum* é um parasita presente nos rebanhos ovinos de São Roque, no estado de São Paulo, e que estudos epidemiológicos são essenciais para o delineamento de ações de profilaxia na região. Os resultados aqui encontrados sugerem estudos sorológico em cães, hospedeiros definitivos, e pesquisa de outros fatores de risco para a infecção, além das co-infecções que causam doenças reprodutivas nessa espécie.

REFERÊNCIAS

- AISEN, E. **Reprodução ovina e caprina**, 1. ed. São Paulo: Medvet, 203 p, 2008.
- ÁLVAREZ-GARCÍA, G. et al. Influence of age and purpose for testing on the cut-off selection of serological methods in bovine neosporosis. **Veterinary Residency**, [s.1], v. 34, p. 341-352, 2003.
- ANDREOTTI, R. et al. Comparison of indirect ELISA based on recombinant protein NcSRS2 and IFAT for detection of *Neospora caninum* antibodies in sheep. **Braz. J. Vet. Parasitol.**, v.18, p.19-22, 2009.
- ASADPOUR, R. et al. Detection of *Neospora caninum* in ovine abortion in Iran. **Indian Society for Parasitology**, [s.1], v.37, p.105–109 2012.
- BORSUK, S. et al. Development of an indirect ELISA-NcSRS2 for detection of *Neospora caninum* antibodies in cattle. **Vet. Parasitol.**, v.177, p. 33-38, 2011.
- CABRAL, A.D. et al. Diagnosis of *Neospora caninum* in bovine fetuses by histology, immunohistochemistry, and nested-PCR. **Braz. J. Vet. Parasitol.**; v. 18, n.4, p.14-19, 2009.
- CARDOSO, J. et al. A Longitudinal study of *Neospora caninum* infection on three dairy farms in Brazil. **Veterinary Parasitology**, [s.1], v. 187, p. 553-557, 2012.
- CARNEIRO, A. et al. Seroprevalence and risk factors of sheep toxoplasmosis in Minas Gerais, Brazil. **Revue de Médecine Vétérinaire**, v.160, n.11, p.527-531, 2009.
- DECKER, F. et al. Gestão competitiva na produção de ovinos. **Revista Agropampa**, v. 1, p. 113-122, 2016.
- CERQUEIRA-CEZAR, C.K. et al. All about neosporosis in Brazil. **Braz. J. Vet. Parasitol.**, v. 26, n.3, p.253-279, 2017.
- DUBEY, J. P.; SCHARES, G. Neosporosis in animals - The last five years. **Veterinary Parasitology**. v. 180, p. 90– 108, 2011.
- GONÇALVES, K. N. et al. Infecção por *N. caninum* em rebanho ovino do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, São Paulo, v.13, p.223, 2004.
- GUERRA, J.L. et al. Anti-*Neospora caninum* antibodies in beef cattle from the northern region of Paraná state, Brazil. **Cien. Rural**, v. 49, n.5, 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20180869>
- HIGA, A. et al. Evaluation of cross-reactivity of toxoplasma gondii and neospora caninum antigens in dogs sera. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 9, n.2, p.91-95, 2000.
- LOPES W.D., et al. Seroprevalence of and risk factors for *Toxoplasma gondii* in sheep raised in the Jaboticabal microregion, São Paulo State, Brazil. **Res Veterinary Science**. v. 6, p. 88:104, 2010.
- MACEDO, C.A. et al. *Neospora caninum*: evaluation of vertical transmission in slaughtered dairy cows (*Bos taurus*). **Braz. J. Vet. Parasitol.**, v. 22, n.1, p.13-17, 2013.
- MACEDO, C.A et al. Occurrence of abortions induced by *Neospora caninum* in dairy cattle from Santa Catarina, Southern Brazil. **Braz. J. Vet. Parasitol.**, v. 26, n.3, p.292-298, 2017.
- MELO, D. et al. Prevalência de anticorpos anti- *neospora caninum* em bovinos das microrregiões de Goiânia e Anápolis, Goiás, Brasil. **Braz. J. Vet. Parasitol.**, v.15, n.3, p.105-109, 2006.
- MENDONÇA C.E., et al. Prevalence and risk factors associated to ovine toxoplasmosis in northeastern Brazil. **Braz. J. Vet. Parasitol.**; v. 22, p.230-234, 2013.

- PEREIRA, M.F. et al. Fatores de risco associados à infecção por *Toxoplasma gondii* em ovinos e caprinos no estado de Pernambuco. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.32, n.2, p.140-146, 2012.
- PINHEIRO, A. et al. Use of ELISA based on NcSRS2 of *Neospora caninum* expressed in *Pichia pastoris* for diagnosing neosporosis in sheep and dogs. **Braz. J. Vet. Parasitol.**, v. 24, n. 2, p. 148-154, 2015.
- RIBEIRO, T. et al. Desempenho animal e características das carcaças de cordeiros em quatro sistemas de produção. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, p.366-378, 2009.
- ROSA, D. et al. Prevalência e fatores de risco para infecção por *Neospora caninum* em ovinos no município de Lages, Santa Catarina, Brasil. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.10, n.2, p.127-137, 2011.
- ROSSI, G. F. et al. **Frequência de anticorpos contra *Toxoplasma gondii* e *Neospora caninum* em ovinos do município de Uberlândia, MG.** Disponível em: <https://ssl4799.websiteseuro.com/swge5/seg/cd2008/PDF/IC2008-0029.PDF>. Acesso em: 21 abr. 2017.
- SÁ, G. et al. Diagnostic Potential of Anti-rNcp-43 Polyclonal Antibodies for the Detection of *Neospora caninum*. **Current Microbiol.**, v. 68, p. 472 – 476, 2014.
- SANTOS, J.R. et al. *Neospora caninum* and *Toxoplasma gondii*: seroprevalence and associated factors in cows from milk farms of Toledo, Paraná, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n.5, p. 1581-1590, 2020.
- TEIXEIRA. **Estudo clínico, hematológico, bioquímico sérico, parasitológico, imunológico e patológico de bovino experimentalmente infectados com *Trypanosoma evansi* Steel, 1885 (Sarcostomatidae: Trypanosomatidae).** Tese (Doutorado), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, Jaboticabal, 266p., 2010.
- VOGEL, F. et al. Anticorpos anti-*Neospora caninum* em bovinos, ovinos e bubalinos no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciê. Rural**, v.36, n.6, p.1948-1951, 2006.
- WARLETA, M. et al. *Neospora caninum* infection as a cause of reproductive failure in a sheep flock. **Veterinary Research**, p. 45-88, 2014.

CAPÍTULO 28

AVALIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES SANGUÍNEAS DE GLICOSE E LACTATO EM EQUINOS ANTES E IMEDIATAMENTE APÓS AS ATIVIDADES EQUESTRES DE VAQUEJADA

Data de submissão: 09/03/2021

Data de aceite: 24/03/2021

Gilsan Aparecida de Oliveira

Centro Universitário Cesmac

Maceió – Alagoas

<http://lattes.cnpq.br/8979509592333260>

Ruan Paulo Soares

Centro Universitário Cesmac

Maceió – Alagoas

<http://lattes.cnpq.br/7673545993576532>

Mariah Tenório de Carvalho Souza

Centro Universitário Cesmac

Maceió – Alagoas

<http://lattes.cnpq.br/4297650630278250>

Bruno Santos Braga Cavalcanti

Centro Universitário Cesmac

Maceió – Alagoas

<http://lattes.cnpq.br/3025554137213876>

Isabelle Vanderlei Martins Bastos

Centro Universitário Cesmac

Maceió – Alagoas

<http://lattes.cnpq.br/8275140942469423>

Carla Rayane dos Santos

Centro Universitário Cesmac

Maceió – Alagoas

<http://lattes.cnpq.br/0722010841078170>

Raíssa Karolliny Salgueiro Cruz

Centro Universitário Cesmac

Maceió – Alagoas

<http://lattes.cnpq.br/7282487880446301>

Erivan Luiz Pereira de Andrade

Centro Universitário Cesmac

Maceió – Alagoas

<http://lattes.cnpq.br/7762128786638278>

Luiz Eduardo Cruz dos Santos Correia

Faculdade de Medicina Veterinária e

Zootecnia - UNESP

Botucatu – SP

<http://lattes.cnpq.br/2234323147909036>

Muriel Magda Lustosa Pimentel

Centro Universitário Cesmac

Maceió – Alagoas

<http://lattes.cnpq.br/2377308283755406>

RESUMO: O objetivo dessa pesquisa foi avaliar as concentrações sanguíneas de glicose e lactato em equinos antes e após as corridas de vaquejada em treinos oficiais no Estado de Alagoas. Foram analisados 20 equinos da raça Quarto de Milha, com idade superior a 3 anos, pesando em média 400 kg. Para a determinação da concentração de lactato e glicose, foram utilizados kits bioquímicos, seguindo metodologia enzimática, em analisador bioquímico semi-

automático Bioplus® E200. Os dados foram analisados estatisticamente pelo método de correlação de Pearson. As variáveis clínicas e bioquímicas avaliadas demonstraram elevações significativas de valores, com variações de p-total para FC: 0.0027; FR: 0.0084; TPC: 0.0149; TR: 0.0039; glicose: 0.0005; lactato < 0.0001. As respostas observadas em equinos da raça Quarto de Milha, participantes de vaquejada, mostram a necessidade de um rápido fornecimento de substratos energéticos, para o esforço físico.

PALAVRAS-CHAVE: Equinos. Exercício. Glicose. Lactatemia.

EVALUATION OF BLOOD CONCENTRATIONS OF GLYCEMIA AND LACTATE IN HORSES BEFORE AND IMMEDIATELY AFTER THE EQUESTRIAN ACTIVITIES OF VAQUEJADA

ABSTRACT : The objective was to evaluate blood glucose and lactate glucose in horses and after the vaquejada races promoted in official training in the State of Alagoas. There were 20 quarter horses of the breed, aged over 3 years, weighing an average of 400 kg. For the determination of lactate and glucose concentration, biochemical kits were applied, following the enzymatic methodology, in a semi-automatic biochemical analyzer Bioplus® E200. Data were analyzed statistically by the Pearson correlation method. The clinical and biochemical variables evaluated increased to values of magnitude, with variations of p-total for HR: 0.0027; FR: 0.0084; TPC: 0.0149; TR: 0.0039; glucose: 0.0005; lactate < 0.0001. The responses observed in horses of the breed, the cowherd participants, are responsible for an energetic substrate, for the physical exercise.

KEYWORDS: Exercise. Glucose. Horses. Lactatemia.

1 INTRODUÇÃO

As exigências básicas para a realização de testes que avaliam o desempenho de atletas da espécie humana ou equina são a padronização e a repetitividade (FERRAZ et al., 2009). Para que tais quesitos sejam obtidos, amostras de sangue são frequentemente obtidas durante testes para avaliação do desempenho atlético, como o metabolismo anaeróbio de glicose, que representa um imprescindível e rápido mecanismo de geração de energia (EATON, 1994). Muitas pesquisas foram realizadas na medicina equina esportiva, entretanto, são raros os estudos sobre os efeitos ocorridos no metabolismo de glicose e lactato dos equinos nas provas de vaquejada. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar as concentrações sanguíneas de glicose e lactato em equinos antes e após as corridas promovidas em treinos oficiais de vaquejada, visando a melhoria no desempenho desses atletas.

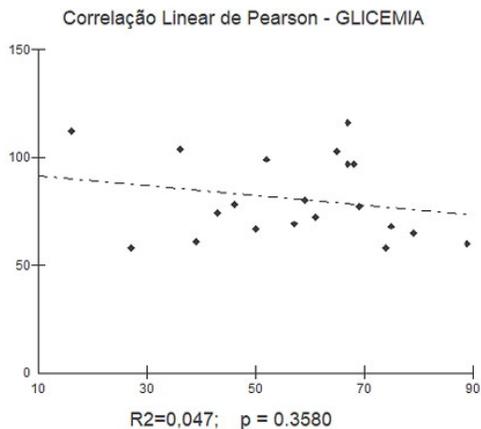
2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados 20 equinos da raça Quarto de Milha, entre machos e fêmeas, com idade superior a 3 anos, pesando em média 400 kg, hípidos, nos momentos antes e imediatamente após as atividades equestres de vaquejada, no Estado de Alagoas (CEUA-CESMAC, N°: 01A/2018). As amostras sanguíneas foram coletadas por venopunção jugular, em tubo de pressão negativa (Vacuette®) com fluoreto de sódio, armazenadas em caixas isotérmicas contendo gelo reciclável, centrifugadas a 1.500 rpm por 5 minutos e o plasma obtido foi armazenado em tubos de 1,5 mL (Ependorff®) e estes congelados a -20°C. Para a determinação da concentração de lactato e glicose sanguíneos, foram utilizados kits bioquímicos da marca Labtest®, em analisador bioquímico semi-automático Bioplus® E200. E a análise estatística foi realizada através da análise de variância a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey para as variáveis bioquímicas e obtido o desvio padrão da média para cada momento, através do software SEAG (2000). Posteriormente os dados foram analisados por meio de análise estatística utilizando o método de Correlação Linear de Pearson.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

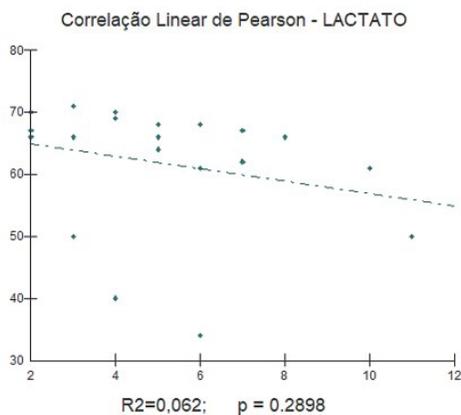
As variáveis bioquímicas encontram-se discriminadas nas figuras 1 e 2, onde foram encontradas elevações significativas dentre os momentos de análise. Em relação à glicose, Lopes et al. (2009) em estudo realizado com equinos submetidos a competições de vaquejadas, e a condições ambientais inerentes aos locais das competições, relataram aumento significativo da glicose sérica em cavalos de vaquejada, com variações de $56,3 \pm 3,32$ em repouso e $85,5 \pm 3,69$ após as atividades, o que se assemelham aos valores do presente estudo, no qual houve uma variação entre os participantes da amostra. Segundo Gill et al. (1987) a concentração de glicose tende a diminuir durante o exercício prolongado, no entanto, nos exercícios de curta duração, acontecem ambos, o que explica a variação encontrada no presente estudo. As elevações observadas nos níveis de lactato, ocorreram na totalidade da amostra, o mesmo fato ocorreu em um estudo realizado por Souza et al. (2008), no qual observou que o pico de lactato sérico ocorre imediatamente após o exercício de animais que treinam curtas distâncias. E segundo Gomide et al. (2006) a mensuração do lactato plasmático após o exercício permite inferir o nível de esforço físico ao qual os animais foram submetidos, bem como determinar o preparo dos referidos animais para realizar o exercício imposto, ao associar tais resultados com a avaliação clínica dos animais.

Figura 1- Correlação linear de Pearson da glicemia (mg/dL) de 20 cavalos da raça Quarto de Milha, nos momentos M0 e M1, participantes das atividades de vaquejada.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 2- Correlação linear de Pearson do lactato (mmol/L) de 20 cavalos da raça Quarto de Milha, nos momentos M0 e M1, participantes das atividades de vaquejada.



Fonte: Dados da pesquisa.

4 CONCLUSÕES

A análise conjunta da glicemia e do lactato, permite o conhecimento das habilidades dos cavalos da raça Quarto de Milha, visando a melhoria no desempenho desses atletas. As respostas observadas nestes animais, mostram a necessidade de um rápido fornecimento de substratos energéticos, para o esforço físico e a prevenção da fadiga do sistema nervoso central, é facilitada, possivelmente, pela ação neural autonômica simpática, resultando em elevação da glicemia e do lactato.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EATON, M.D. *Energetics and performance*. In: HODGSON, D.R.; ROSE, R.J. **The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine**. Philadelphia: Saunders. p.49-62. 1994.

FERRAZ, B.C et al. **Respostas ao exercício de intensidade crescente em equinos: Alterações na glicose, insulina e lactato**. *Ciência Animal Brasileira*, v. 10, n.4. 2009.

GILL, J. et al. **Influence of differential training on some haematological and metabolic indices in sport horse before and after exercise trials**. *Journal Veterinary Medicine e Educacion*. 34: 609-606. 1987.

GOMIDE, L. M. W et al. **Concentrações sanguíneas de lactato em equinos durante a prova de fundo do concurso completo de equitação**. *Ciencia Rural*, v. 36, n. 2, p. 509-513, 2006.

LOPES, K. R. F et al. **Influência das competições de vaquejada sobre os parâmetros indicadores de estresse em equinos**. *Ciência Animal Brasileira*, v. 10, n. 2, p. 538-543, abr./jun., 2009.

SOUZA, L.B.F et al. **Perfil sérico do lactato em equinos da raça puro sangue inglês submetidos a diferentes distancias**. *Conferência Anual Abraceq*. Anais do IX Congresso Internacional de Medicina Veterinária. São Paulo: FEL/CBH.2008.

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

Aceite 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 24, 30, 31, 34, 41, 42, 147, 148, 150, 151, 152, 153, 154

Aceite esencial 147, 148, 150, 151, 152, 153, 154

Alimentos fermentados 127, 128, 129

Análise Multitemporal 57, 58, 64

Análisis microbiológico 30, 39, 130

Animais selvagens 253, 254, 255, 259

Annona cherimola Miller 14, 15, 16, 20, 21, 23, 24

Apis mellifera 231, 236, 239

Aves 158, 159, 160, 161, 162, 167, 170, 171, 253, 254, 255, 257, 258, 259

B

Bebida fermentada 139, 141, 142

Bovinos 206, 207, 208, 209, 212, 213, 214, 215, 297, 299, 303, 304, 307, 308

C

Cães 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 268, 269, 270, 272, 276, 278, 280, 282, 303, 304, 305, 306

C. albicans 148, 152, 153, 154, 155

Calidad 27, 29, 36, 127, 128, 129, 130, 132, 137, 145, 171, 172, 174, 177, 179

Camélidos 216, 217, 218, 221, 223, 226, 228

Campylobacter 155, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176

Caprinos 216, 217, 221, 222, 223, 228, 308

Caracterización 11, 30, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 42, 130, 175, 222, 228, 229

Casta 119, 123

Cempaxochitl 148, 149, 155

Cerrado 207, 208, 211, 215, 218, 223

Cestoda 253, 254, 255

Cherimoya flour 14, 15, 16, 17, 20, 21, 23, 24, 25

China 109, 110, 111, 114, 115, 116, 117, 118, 149, 193, 195, 230, 231, 237, 248

Condução das plantas 119, 123, 124, 125, 126

Conservação 90, 196, 197, 239

Control ambiental 177, 178, 179, 180, 181, 182, 189, 190, 191

D

Dermatopatia 285, 286, 287, 290, 293, 300

Desenvolvimento 45, 48, 49, 51, 62, 67, 69, 70, 72, 90, 92, 97, 100, 108, 109, 110, 111, 112, 114, 115, 116, 117, 118, 121, 143, 145, 159, 206, 214, 232, 238, 239, 241, 243, 251, 254, 269, 292

Diagnóstico 57, 59, 64, 156, 157, 170, 173, 209, 211, 212, 214, 248, 260, 262, 263, 264, 265, 267, 269, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 285, 286, 287, 289, 291, 293, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 304

Diamante de Porter 109, 112, 113

Diarrea 149, 168, 169

Dieta 30, 31, 36, 128, 158, 159, 162, 165, 166, 167, 246, 247

Doenças gastrointestinais 241, 247, 249, 250

E

ELISA 262, 266, 276, 281, 283, 303, 304, 305, 306, 307, 308

Epidemiologia 215, 263, 264, 267, 268, 269, 279

Equinos 240, 241, 242, 247, 249, 250, 251, 285, 286, 287, 288, 290, 291, 294, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 309, 310, 311, 313

Espectrofotometria 30, 32, 36

Etnoveterinária 240, 241, 242, 245, 251

Exercício 246, 288, 310, 311, 313

F

Fertilizantes azotados 44, 52

Fisiologia 81, 230, 231, 234, 235, 238, 246

Fitoterapia 156, 241, 242, 243, 245, 247, 248, 251, 252

FORAGEM 196, 197, 201, 202, 203, 204, 205

Functional properties 14, 15, 16, 18, 22, 23, 24, 26, 27

G

Gato 258, 267, 268, 270, 271, 272, 273, 274, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 297

Genética 36, 83, 159, 170, 219, 222, 223, 230, 231, 234, 235, 238, 263

Geoprocessamento 58, 59, 62

Glicose 309, 310, 311, 313

Grãos de kefir 141, 142, 143, 144

H

Harina 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41
Helmintos 253, 254, 255, 259
Hemoparasitoses 260, 261, 262, 263, 264
Hospedeiro 101, 254, 255, 257, 258, 267 268, 269, 271, 303, 304, 306

I

Índice de qualidade 81, 82, 84, 87, 88, 89
Indústria vinícola 109, 110, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118
Intoxicação 207, 208, 209, 211, 212, 213, 214, 215

L

Laranjeira 93, 95, 96
Leishmania infantum 267, 268, 280, 281, 282, 283, 284
Limoeiro 92, 93, 94, 95, 96, 101, 102, 104, 107
Lupinus mutabilis 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

M

Maçã 81, 82, 84, 85, 86, 88, 90
Mato Grosso do Sul 260, 261, 262, 263, 265, 266, 270, 306, 307
Mazahua 147, 148, 149, 155
Micronutriente 159, 197
Microorganismos indicadores 127, 128, 132
Milho 161, 201, 202, 203, 204, 205

N

Necessidades hídricas 44, 45
Nematoda 253, 254, 255
Neoplasia 274, 275, 279, 286, 287, 296, 297, 298, 299
Neospora caninum 303, 304, 305, 306, 307, 308
Neosporose 303, 304, 305
Ninfas 93, 96, 97, 98, 101, 102, 104
Ningxia 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118

O

Ovinos 216, 217, 221, 222, 223, 228, 229, 303, 304, 305, 306, 307, 308

P

Parâmetros físico-químicos 81, 82

Parasitas 232, 253, 254, 255, 257, 258, 259, 261, 267, 268, 269, 271, 272, 273, 275, 276, 277, 287, 288, 303, 306

Patrón sinusoidal 178, 187

Pecuária 142, 145, 207, 214

Pereira 'Rocha' 67, 70, 74

Pesquisa 215, 230, 232, 233, 236, 237, 238, 241, 242, 243, 246, 247, 248, 249, 250, 268, 270, 277, 285, 310

Pollos parrilleros 168, 169, 172, 174

Porta-enxerto 119, 122, 125, 126

Praga 92, 93, 94, 95, 104, 105, 106, 107

Primariedad 217, 220, 227

Produção científica 231, 232

Produção de grão 43, 44, 52, 53, 54

Produtos apícolas 231, 236

Proteína 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 30, 32, 33, 36, 37, 38, 44, 50, 52, 53, 54, 128, 130, 135, 136, 159, 162, 163, 164, 165, 246, 247, 286

Psila africana 92, 93, 94, 95, 97, 101, 105, 107, 108

R

Raza 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 226, 227, 228, 229

Recursos humanos 112, 113, 119

Rendimiento 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 148, 150, 152, 154, 179

RGR 67, 68, 71, 75, 76

Ruminantes 201, 215, 300, 302, 303, 304

S

Sacha inchi 29, 30, 31, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42

Sanidade 84, 159, 230, 231, 232, 234, 235, 236, 237, 238

Seguridad alimentaria 132, 169, 171, 172

SIG 57, 58, 64

Sólidos solúveis totais 81, 82, 84, 87, 88

T

Tangerineira 93, 95, 96

Tarwi 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

Tempo térmico 67, 70, 71, 72, 79

Tratamento 48, 53, 92, 93, 96, 105, 106, 107, 158, 159, 162, 163, 209, 240, 241, 242, 245, 246, 248, 249, 250, 251, 267, 274, 278, 279, 280, 285, 286, 287, 288, 289, 291, 293, 294, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302

Triticum aestivum L. 43, 44, 56

V

Variación diaria 178, 180, 187

Viticultores 119, 123, 124, 125, 126

Z

Zona animal 177, 178, 181, 182, 184, 185, 186, 187, 190, 191



**EDITORA
ARTEMIS**