

VOL IV

# AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE  
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO  
SPERS

(Organizador)

 EDITORA  
ARTEMIS

2020

VOL IV

# AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE  
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO  
SPERS

(Organizador)

 EDITORA  
ARTEMIS

2020

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



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

**Editora Chefe:**

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

**Editora Executiva:**

Viviane Carvalho Mocellin

**Organizador:**

Eduardo Eugênio Spers

**Bibliotecário:**

Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

**Conselho Editorial:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

CDD 630

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



## APRESENTAÇÃO

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

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

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

Desejo a todos uma proveitosa leitura!

Eduardo Eugênio Spers

## SUMÁRIO

### PRODUTIVIDADE VEGETAL E ANIMAL

#### PARTE 1: PRODUTIVIDADE VEGETAL

#### **CAPÍTULO 1..... 1**

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

Teresa Avila Alba

Ximena Reyes Colque

Noemí Aguilar Vasquez

Ariel Choque Siles

**DOI 10.37572/EdArt\_2553112201**

#### **CAPÍTULO 2..... 14**

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

Cristiani Santos Bernini

Marcello José de Arruda

Luciana Coelho de Moura

Marco Antônio Aparecido Barelli

Valvenarg Pereira da Silva

Rafhael Felipin Azevedo

Fernando André Silva Santos

Zulema Netto Figueiredo

**DOI 10.37572/EdArt\_2553112202**

#### **CAPÍTULO 3..... 23**

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

Danielle Beatriz de Lima

Ana Caroline de Sousa Barros

Arielly Lima Padilha

Camila Francielli Vieira Campos

Elias Leão de Figueiredo

Felipe Henrique de Sousa Mendes

Fernando carvalho de Araújo

Júlia Maria Mello Becker

Mariana Moreira Lazzarotto Rebelatto

Raphael Daltro Solano

Winy Louise da Silva Carvalho

**DOI 10.37572/EdArt\_2553112203**

**CAPÍTULO 4 .....32**

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

Fernando Bergantini Miguel

Aildson Pereira Duarte

Rogério S. Freitas

Ivana Marino Bárbaro - Torneli

Marcelo Ticelli

**DOI 10.37572/EdArt\_2553112204**

**CAPÍTULO 5.....39**

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

Gustavo Adolfo Alegría Fernández

**DOI 10.37572/EdArt\_2553112205**

**CAPÍTULO 6 .....46**

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

Javier Alejandro Grosso

Pablo Ariel Weinzettel

Juan Manuel Ressia

Carlos Vicente Bongiorno

Sebastián Dietrich

**DOI 10.37572/EdArt\_2553112206**

**CAPÍTULO 7 .....55**

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

Fernando Camilo Silvério Quintão

Jordana Dias Da Silva Furtado

Bruna Mendes Diniz Tripode

José Ednilson Miranda

**DOI 10.37572/EdArt\_2553112207**

**CAPÍTULO 8.....66**

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

Laiana Neri de Souza

Leonardo de Oliveira Neves

Flávia Queiroz de Oliveira

**DOI 10.37572/EdArt\_2553112208**

**CAPÍTULO 9 .....71**

QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA UTILIZADAS NO ESTADO DE MATO GROSSO

Magda da Fonseca Chagas

Renato Mendes Guimarães

Wanderlei Dias Guerra

DOI 10.37572/EdArt\_2553112209

**CAPÍTULO 10..... 80**

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

Raul Duarte Diamantino

Robson Thomaz Thuler

DOI 10.37572/EdArt\_25531122010

**PARTE 2: PRODUTIVIDADE ANIMAL**

**CAPÍTULO 11.....89**

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

Iran Carlos Lovis Trentin

Darlan Weber da Silva

Alessandro Kruel Queresma

Endrio Rodrigo Webers

DOI 10.37572/EdArt\_25531122011

**CAPÍTULO 12.....109**

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

Anderson da Silva Peixoto

Edileusa de Jesus dos Santos

Ewerton Abreu da Silva

DOI 10.37572/EdArt\_25531122012

**CAPÍTULO 13.....116**

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

Camilla Birenbaum NOBILE

Francisco Lopes DANTAS

Agnes de Souza LIMA

Eduardo Mitke Brandão REIS

DOI 10.37572/EdArt\_25531122013



<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>130</b>
DE LOS HUMEDALES INMERSOS EN POTREROS A LA CRIANZA BAJO CONDICIONES CONTROLADAS DEL <i>PROCAMBURUS</i> (AUSTROCAMBARUS) LLAMASI EL CAMARÓN DE POPAL	
José Padilla-Vega	
DOI 10.37572/EdArt_25531122014	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>138</b>
VIABILIDADE ECONÔMICA EM SISTEMA DE BIOFLOCOS NA PRODUÇÃO DE TILÁPIAS ( <i>OREOCHROMIS NILOTICUS</i> )	
Valesca Schardong Villes	
Emerson Guiliani Durigon	
Elson Martins Coelho	
Rafael Lazzari	
DOI 10.37572/EdArt_25531122015	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>152</b>
CENÁRIOS DE MUDANÇA CLIMÁTICA E OS IMPACTOS NA BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL PARA O ESTADO DO RS	
Zanandra Boff de Oliveira	
Eduardo Leonel Bottega	
Alberto Eduardo Knies	
DOI 10.37572/EdArt_25531122016	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>166</b>
CONTROL DE PARASITOSIS EQUINAS: SOSTENIBILIDAD VS. FARMACOLOGÍA	
María Vilá Pena	
Cándido Viña Pombo	
Mathilde Voinot Meissner	
María Isabel Silva Torres	
Rami Salmo	
Antonio Miguel Palomero Salinero	
José Ángel Hernández Malagón	
Rodrigo Bonilla Quintero	
Adolfo Paz Silva	
Rita Sánchez-Andrade Fernández	
María Sol Arias Vázquez	
Cristiana Filipa Cazapal Monteiro	
DOI 10.37572/EdArt_25531122017	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>177</b>
<b>ÍNDICEREMISSIVO</b> .....	<b>178</b>

# CAPÍTULO 17

## CONTROL DE PARASITOSIS EQUINAS: SOSTENIBILIDAD VS. FARMACOLOGÍA

Data de aceite: 01/12/2020

### **María Vilá Pena**

Grupo de Investigación COPAR (GI2120).  
Facultade de Veterinaria de Lugo,  
Universidade de Santiago de Compostela,  
España

### **Cándido Viña Pombo**

Grupo de Investigación COPAR (GI2120).  
Facultade de Veterinaria de Lugo,  
Universidade de Santiago de Compostela,  
España

### **Mathilde Voinot Meissner**

Grupo de Investigación COPAR (GI2120).  
Facultade de Veterinaria de Lugo,  
Universidade de Santiago de Compostela,  
España  
<https://orcid.org/0000-0003-1819-3974>

### **María Isabel Silva Torres**

Grupo de Investigación COPAR (GI2120).  
Facultade de Veterinaria de Lugo,  
Universidade de Santiago de Compostela,  
España

### **Rami Salmo**

Grupo de Investigación COPAR (GI2120).  
Facultade de Veterinaria de Lugo,  
Universidade de Santiago de Compostela,  
España

### **Antonio Miguel Palomero Salinero**

Grupo de Investigación COPAR (GI2120).  
Facultade de Veterinaria de Lugo,  
Universidade de Santiago de Compostela,  
España  
<https://orcid.org/0000-0002-1693-3409>

### **José Ángel Hernández Malagón**

Grupo de Investigación COPAR (GI2120).  
Facultade de Veterinaria de Lugo,  
Universidade de Santiago de Compostela,  
España  
<https://orcid.org/0000-0001-5357-4428>

### **Rodrigo Bonilla Quintero**

Laboratorios CARVAL, Bogotá, Colombia.  
Grupo de Investigación COPAR (GI2120).  
Facultade de Veterinaria de Lugo,  
Universidade de Santiago de Compostela,  
España

### **Adolfo Paz Silva**

Grupo de Investigación COPAR (GI2120).  
Facultade de Veterinaria de Lugo,  
Universidade de Santiago de Compostela,  
España  
<https://orcid.org/0000-0002-0208-3861>

### **Rita Sánchez-Andrade Fernández**

Grupo de Investigación COPAR (GI2120).  
Facultade de Veterinaria de Lugo,  
Universidade de Santiago de Compostela,  
España  
<https://orcid.org/0000-0002-1212-8250>

### **María Sol Arias Vázquez**

Grupo de Investigación COPAR (GI2120).  
Facultade de Veterinaria de Lugo,  
Universidade de Santiago de Compostela,  
España  
<https://orcid.org/0000-0002-2682-9015>

### **Cristiana Filipa Cazapal Monteiro**

Grupo de Investigación COPAR (GI2120).  
Facultade de Veterinaria de Lugo,  
Universidade de Santiago de Compostela,  
España  
<https://orcid.org/0000-0003-0368-6645>

**RESUMEN:** Los cambios sucedidos en los últimos años a nivel económico han provocado ciertas modificaciones en las posibilidades de tenencia de animales como los caballos, que en ocasiones se ha hecho insostenible para sus propietarios porque no pueden asumir el incremento en el coste de su alimentación. Para asegurar su alimentación, se ha optado por el mantenimiento en praderas, lo que además puede entrañar un riesgo de infección por parásitos que se diagnostican con frecuencia, como los estrongílicos, cuyo control se realiza mediante la administración de tratamientos farmacológicos. Sin embargo, en el suelo se desarrollan formas infectantes (larvas L3) que los caballos ingieren con el pasto, de modo que la eficacia de los antiparasitarios puede resultar inferior a tres meses. En el presente estudio se analizó la eficacia del control integral de las estrongilidosis equinas, basado en el tratamiento de un grupo de caballos con un antihelmíntico, que además recibió un concentrado alimentario con esporas de un hongo (*Duddingtonia flagrans*) para prevenir su reinfección; otros dos grupos de caballos se desparasitaron y alimentaron con concentrado sin esporas. A pesar de que a las dos semanas post-tratamiento se comprobó una eficacia del antiparasitario superior al 80% en todos los grupos, los lotes que recibieron concentrado sin esporas se volvieron a infectar, y a las cuatro semanas del tratamiento inicial alcanzaron un nivel de infección que aconsejaba una nueva desparasitación. Por el contrario, aunque los caballos alimentados con concentrado con esporas también volvieron a infectarse, siempre mantuvieron unos niveles de parasitación tan reducidos que no hicieron necesaria la nueva aplicación de fármacos. Estos resultados subrayan la necesidad de implementar medidas sobre las fases infectivas en el medio, para disminuir el riesgo de infección por estrongílicos en caballos.

**PALABRAS CLAVE:** *Estrongílicos*, caballos, control biológico, *Duddingtonia flagrans*, pellets

## CONTROL OF HORSE INFECTIONS BY STRONGYLIDS: SUSTAINABILITY VERSUS PHARMACOLOGY

**ABSTRACT:** Several changes occurring at the economic level in recent years led to certain modifications in the possibilities of keeping animals such as horses, and scenarios consisting on the owners can not afford their nutrition appeared in many areas of European countries. For trying to solve this situation, owners considered their maintenance in pastures, but this can also entail a risk of infection by parasites that are frequently diagnosed, such as some Strongylids, whose control is carried out through the administration of pharmacological treatments. However, their infective stages (L3 larvae) develop in the soil and are ingested by horses in the pasture, so that the effectiveness of antiparasitics can be shortened to less than three months. In the present study, the efficacy of the integral control of equine strongylidosis was analyzed, based on the treatment of a group of horses with an anthelmintic did received also nutritional pellets enriched with spores of a fungus (*Duddingtonia flagrans*) to prevent their reinfection; another 2 groups of horses were dewormed and provided feedstuff without spores. Despite that an efficacy higher than 80% was obtained by two weeks after treatment, horses receiving pellets without spores became re-infected, and four weeks after the initial treatment they reached an infection level that advised a new

deworming. On the contrary, although horses feeding on feedstuff with spores did infect again, low levels of egg-output were maintained for 12 weeks and no new drug application was necessary. These results highlight the need to implement measures on the infective stages of Strongylids in the soil, in order to reduce the risk of infection in grazing horses.

**KEYWORDS:** Strongylids, horse, biological control, *Duddingtonia flagrans*, nutritional pellets

## INTRODUCCIÓN

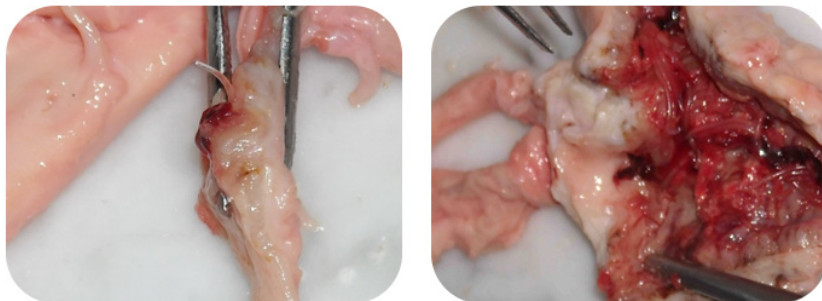
La crisis económica que viene aconteciendo desde hace unos años ha repercutido de forma notable en la ganadería, observándose un incremento del precio de las materias primas que sirven de base para la fabricación de concentrados alimentarios, como los cereales. Esto ha supuesto un cambio en algunos sistemas de producción agro-ganadera, en los que se ha intentado paliar la situación mediante el pastoreo de los animales. Un ejemplo significativo se encuentra en la cabaña equina, que experimentó años atrás un auge notable sustentado en la bonanza económica, pero que en fechas recientes ha visto disminuido su censo ante la incapacidad de hacer frente a las necesidades alimentarias de los caballos.

El Norte de la Península Ibérica se caracteriza por una climatología con temperaturas moderadas y precipitaciones abundantes, que favorecen el crecimiento de especies vegetales forrajeras prácticamente durante todo el año. Por esta razón, el mantenimiento de los animales en pastoreo contribuye a hacer posible su alimentación sin una dependencia importante de concentrados. Este aspecto también ha servido para paliar la situación de animales que, encontrándose en áreas con escaso acceso a praderas (principalmente del Sur de España), han sido llevados al Norte en busca de condiciones de supervivencia sostenibles para sus propietarios, y evitar tener que llegar a plantearse la disyuntiva del sacrificio forzoso por no poder atender sus requerimientos nutricionales.

A los equinos, la alimentación en pastos les proporciona no sólo nutrición adecuada, sino también ventajas como la posibilidad de realizar ejercicio al aire libre o de socializar con otros individuos. En el medio también se encuentran formas de resistencia/propagación de algunas formas parasitarias, que provocan la infección de los caballos al ser ingeridas junto con especies vegetales (Relf y cols., 2013; Rehbein y cols., 2013).

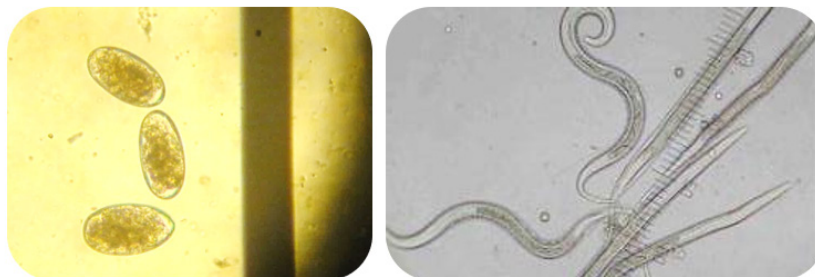
Entre los parásitos más frecuentemente diagnosticados en equinos se encuentran los estrostrongídeos (Corning, 2009). Una parte de estos nematodos, los *ciatostominos* o *pequeños estróstrongilos*, se circunscriben solo al intestino, y no realizan migraciones a otras localizaciones; por el contrario, los denominados *grandes estróstrongilos* llevan a cabo

migraciones intraorgánicas durante las cuales provocan lesiones importantes que pueden provocar la reducción del índice de conversión de los alimentos, retraso en el crecimiento o en la aparición de celos, disminución en la resistencia a otras infecciones, e incluso la muerte a consecuencia de alteraciones circulatorias severas (aneurismas, trombos, infartos...) (Fig. 1).



**Fig. 1.-** Aneurisma en arteria mesentérica craneal de caballo provocado por larvas de *Strongylus vulgaris* (estrongílido).

Los individuos parasitados eliminan huevos de estrongídeos en las heces, que una vez en el exterior (suelo) completan las fases de larva L1, L2 y L3 (fase infectante) (Fig. 2). En hábitats con vegetación y humedad adecuados, las L3 persisten durante un periodo de tiempo notable, que facilita la posterior infección de los caballos (Lind y cols., 2007).



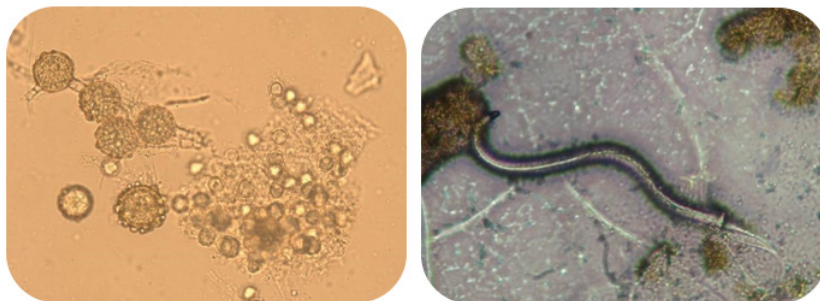
**Fig. 2.-** Huevos de estrongídeos (izda.), y larvas L3 (infectivas) (dcha.).

El control de las estrongilidosis se sustenta en la aplicación de tratamientos antihelmínticos cada 3-4 meses (Larsen y cols., 2011). No obstante, la presencia de L3 en el suelo facilita la infección de los equinos cuando pastan, de modo que el efecto antiparasitario es temporal, y se intenta mejorar recurriendo a la administración frecuente de fármacos. Para evitar esta situación, es necesario reducir la existencia de L3, y limitar el riesgo de infección en los caballos (Cazapal-Monteiro y cols., 2014).

En el suelo conviven diferentes organismos como virus, bacterias, hongos..., con ciertas formas parasitarias. Algunas especies de hongos, son capaces de *atrapar* las larvas de ciertos parásitos para adquirir el C y N necesarios para su supervivencia y desarrollo. Son especies saprofitas denominadas *atrapanematodos* o *nematófagos*, que se propagan

mediante esporas, capaces de atravesar el tracto gastrointestinal de los animales sin experimentar alteraciones en su actividad parasiticida. Se trata de hongos que se nutren de materia orgánica en descomposición o permanecen en estado de latencia, y al detectar las larvas de algunos nematodos, desarrollan un micelio en el que se intercalan trampas con las que atrapan las larvas de algunos nematodos. Se ha demostrado la inocuidad de especies como *Duddingtonia flagrans*, *Arthrobotrys oligospora* o *Monacrosporium thaumassium* para animales, plantas y personas (Araújo y cols., 2014; Buzatti y cols., 2015).

Para tratar de contribuir al control integrado de strongilídeos en equinos en pastoreo, se diseñó un estudio en el que se emplearon tres grupos de caballos en pastoreo, que se desparasitaron al inicio porque eliminaban huevos de los nematodos citados. Uno de los grupos recibió suplemento nutricional a base de concentrado comercial al que se añadieron esporas de *D. flagrans* durante el proceso de fabricación, en tanto que a los otros dos se les proporcionó concentrado sin esporas.



**Fig. 3.-** Esporas de *D. flagrans* (izda.), y larva L3 atrapada en el micelio L3 (dcha.).

## MATERIAL Y MÉTODOS

### 1. Obtención de esporas de *Duddingtonia flagrans*

En el presente trabajo se emplearon esporas del hongo nematófago *Duddingtonia flagrans* (CECT20823), obtenidas en medio de cultivo líquido COPFr (patente WO 2014/125155 A1). Esta cepa se aisló a partir de muestras de tierra de explotaciones ganaderas de Lugo (Galicia, Noroeste de España), y se depositó en la Colección Española de Cultivos Tipo (CECT, Valencia, España).

### 2. Fabricación de concentrado con esporas *D. flagrans*

Los caballos que participaron en el presente estudio se suplementaron con concentrado alimentario (4Equus®, NANTA, España) a base de cereales en grano y sus subproductos, semillas de oleaginosas y sus derivados, caña de azúcar y subproductos, minerales y aminoácidos. La composición analítica era proteína (14%), lípidos (2,9%), fibra (12,5%), calcio (1,5%), fósforo (0,65%), sodio (0,53%), magnesio (0,54%), vitamina A (10000 UI / Kg), vitamina D3 (1500 UI / Kg) y vitamina E (42 UI / Kg).

En una fábrica del grupo NUTRECO (NANTA; Begonte, Lugo, España) se procedió a la elaboración de concentrado alimentario para caballos con esporas del hongo nematófago *D. flagrans* (Hernández y cols., 2016). Para ello, durante la fase de mezcla de los diferentes ingredientes de 4Equus®, se añadieron  $10^6$  esporas / Kg mezcla (Fig. 3). Es importante tener en cuenta que la siguiente etapa es la de peletización, en la que se llegan a alcanzar temperaturas próximas a 72 °C durante varios segundos. En una investigación anterior se demostró que las clamidosporas de *D. flagrans* son capaces de resistir el proceso de fabricación de concentrado (Arias y cols., 2015).



Fig. 4.- Elaboración de concentrado alimentario con esporas del hongo *D. flagrans*

### 3. Diseño experimental

En el presente estudio se emplearon caballos adultos en pastoreo rotacional. Debido a que al inicio se identificaron huevos de estrogilidos en las heces, se procedió a su tratamiento, empleándose tres antihelmínticos:

G-1: 9 ejemplares de Pura Raza Española (PRE) tratados con una dosis oral de Ivegan® Trio (0,6% Ivermectina + 22,5% Fenbendazol + 7,5% Praziquantel; CARVAL, Colombia).

G-2: 9 individuos PRE tratados vía tópica con Noromectin® (0,5% Ivermectina; Norbrook, Irlanda).

G-3: 7 Caballos de Deporte Español (CDE) desparasitados por vía tópica con Noromectin® (0,5% Ivermectina; Norbrook, Irlanda).

Los individuos del G-1 y G-2 recibieron 2,5 Kg de concentrado sin esporas dos veces / semana; los del G-3 se alimentaron con idéntica ración de concentrado, pero con esporas de *D. flagrans*, lo que supone una ingesta de  $2,5 \cdot 10^6$  esporas / caballo.

### 4. Valoración de la estrategia antiparasitaria

Con objeto de determinar el efecto de las diferentes medidas de control de estrogilidos, se procedió a la recogida de heces de los caballos cada dos semanas, directamente del recto de cada individuo. Las muestras se analizaron mediante la técnica coprológica de flotación en solución salina (Francisco y cols., 2012). Para ello, se pesaron 3 g de heces de cada muestra, que se emulsionaron en 42 mL de agua y se filtraron

por una malla de 150  $\mu\text{m}$  de diámetro de poro. El filtrado se recogió en dos tubos de 12 mL, que se centrifugaron a 2000 rpm durante 5 min, y a continuación se retiró el sobrenadante, añadiéndose solución salina saturada ( $\rho = 1,2 \text{ g / dL}$ ). Con ayuda de una cámara McMaster, se realizaron tres observaciones al microscopio (10X) para identificar la presencia de huevos de estrongílicos, así como de esporas de *D. flagrans* en las heces de los individuos del G-3.

Los resultados se expresaron como número de huevos por gramo de heces (HPG), calculándose a continuación el porcentaje de reducción fecal de huevos o FECR (*Fecal Egg Count Reduction*), y el porcentaje de reducción de caballos positivos a la coprología (RCP):

$$\text{FECR (\%)} = [1 - (\text{EPG}_{\text{post-tratamiento}} / \text{EPG}_{\text{pretratamiento}})] \times 100$$

$$\text{RCP (\%)} = [1 - (\text{Caballos positivos}_{\text{post-tratamiento}} / \text{Caballos positivos}_{\text{pretratamiento}})] \times 100$$

Para determinar la presencia de esporas de *D. flagrans* en las heces de los caballos del G-3, diariamente durante las dos primeras semanas del estudio, se recogieron muestras, que se analizaron con la técnica de flotación descrita anteriormente. Con los recuentos obtenidos, se calculó el Índice de Recuperación de Esporas, asumiendo que cada día los caballos de este grupo ingerían  $\approx 2,5 \cdot 10^6$  esporas:

$$\text{IRE (\%)} = [\text{N}^\circ \text{Esporas}_{\text{día}} \times 100 / 2,5 \cdot 10^6]$$

## 5. Análisis estadístico de los resultados

Se empleó el paquete estadístico SPSS versión 21 (IBM SPSS, Inc., Chicago, IL). Los datos obtenidos mediante análisis coprológico se analizaron con un análisis de varianza para establecer la existencia de diferencias entre los grupos ( $P < 0.05$ ), empleándose el paquete estadístico SPSS versión 20 (IBM SPSS, Inc., Chicago, IL).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A las 2 semanas del tratamiento antihelmíntico se demostró una eficacia (FECR) del 99% para el G-1, 83% para el G-2 y 91% para el G-3 (Tabla 1). En relación con el RCP, los porcentajes resultaron del 89% para el G-1, 53% para el G-2 y 86% para el G-3. Estos datos indican, por tanto, que la combinación de ivermectina + fenbendazol + praziquantel es la más eficaz para la eliminación de los estrongílicos adultos en los caballos en pastoreo. Los porcentajes de eficacia en el G-2 y G-3 resultaron más bajos que los señalados en investigaciones previas (Francisco y cols., 2009, 2012).



Tabla 1.- Eficacia del tratamiento frente a estrogilidos en caballos en pastoreo.

GRUPO	SEMANA	HPG	FECR	Caballos positivos	RCP
<b>G-1</b>	0	867 ± 548		9	
	2	10 ± 12	99%	1	89%
	4	367 ± 248	58%	3	67%
	8	531 ± 297	39%	5	44%
	12	923 ± 288	-	8	11%
<b>G-2</b>	0	578 ± 564		9	
	2	98 ± 149	83%	4	55%
	4	313 ± 128	46%	7	22%
	8	579 ± 325	-	7	22%
	12	741 ± 297	-	9	0%
<b>G-3</b>	0	541 ± 254		7	
	2	48 ± 24	91%	1	86%
	4	96 ± 36	89%	2	71%
	8	118 ± 93	86%	4	43%
	12	220 ± 101	75%	5	29%

La ivermectina tópica se emplea en ocasiones para el tratamiento de caballos muy poco dóciles, para evitarles un estrés excesivo, se presentan problemas de sujeción/inmovilización, o reducir el tiempo y personal necesarios para la desparasitación de los caballos (Francisco y cols., 2012). Sin embargo, esta formulación no está registrada para equinos, por lo que se recurre a preparaciones para ganado bovino, lo que podría explicar los porcentajes de eficacia observados en el presente estudio.

A las 4 semanas post-tratamiento se detectó un incremento significativo en los valores de eliminación de huevos de nematodos estrogilidos en las heces de los caballos del G-1 y del G-2, que superaron los 300 HPG (Tabla 1), criterio para determinar la necesidad de nueva administración de antiparasitario (Uhlinger, 2007; Francisco y cols., 2012). Por el contrario, en el G-3 no se alcanzaron recuentos de HPG próximos a 300, y no resultó necesario volver a aplicar antiparasitario.

En las heces de los caballos del G-3, se detectó la presencia de esporas de *D. flagrans* al día siguiente del inicio de su administración, estudio, incrementándose los valores hasta alcanzar un recuento más o menos constante a partir del día 11 (Fig. 5). Los valores del IRE oscilaron entre el 4% (día 2) y el 17% (del día 11 en adelante).

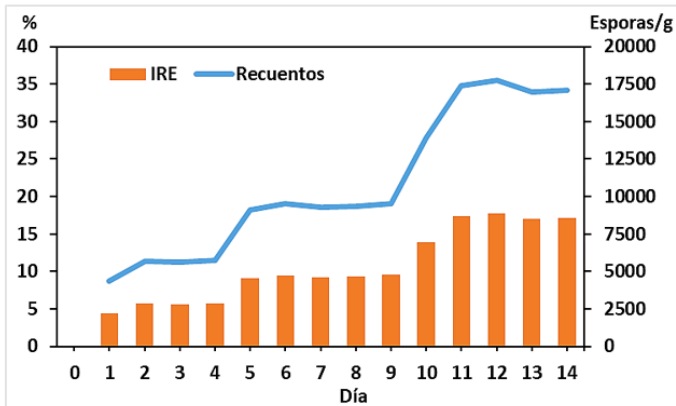


Fig. 5.- Elaboración de concentrado alimentario con esporas del hongo *D. flagrans*.

Los datos obtenidos en el G-1 muestran la dificultad que supone el control de estrongílicos en caballos en pastoreo. A pesar de que el tratamiento con una combinación a base de ivermectina + fenbendazol + praziquantel resultó altamente eficaz, a las cuatro semanas post-tratamiento un tercio de los caballos fueron positivos mediante coprología, y los recuentos de HPG indicaron la necesidad de volver a desparasitar. Con la aplicación tópica de ivermectina, la eficacia fue inferior al 95%, destacando en el G-2 que siete (de nueve) caballos eliminaban huevos a partir de las cuatro semanas post-tratamiento, superando también recuentos de 300 HPG. Por el contrario, en el G-3 la mitad de los caballos no eliminaban huevos en las heces a las ocho semanas post-tratamiento.

El objetivo del tratamiento antihelmíntico no es erradicar, sino limitar la infección en los caballos y procurar que alcancen un nivel que no les cause lesiones. Un aspecto que suele pasar desapercibido es la presencia de larvas L3, responsable de la reinfección de los caballos. Con la administración de esporas de *D. flagrans* se retrasó la infección de los caballos del G-3, y los valores de eliminación de HPG siempre se mantuvieron por debajo de 300, de lo que se deduce un notable efecto antagonista del hongo sobre las L3. En el pasto, estas larvas se encuentran a *refugio* de los tratamientos antiparasitarios que se aplican a los equinos, y su desaparición o descenso notable se asocia con el incremento de poblaciones resistentes (Leathwick y cols., 2019). La alimentación de caballos con pellets nutricionales fabricados con esporas del hongo nematófago supone una estrategia sostenible adecuada para el control integrado de estrongílicos, puesto que, si se reduce la presencia de las L3 en el suelo, es posible mantener un grado de infección muy bajo en los caballos, y no existe necesidad de aplicar antiparasitarios con excesiva frecuencia. Este procedimiento también podría resultar útil para el control parasitario en especies animales que se crían en régimen ecológico (Ortiz Pérez y cols., 2017).

## CONCLUSIONES

La fabricación de concentrado con esporas de *D. flagrans* proporciona una herramienta muy útil para asegurar la presencia de este hongo en las heces, facilitando de este modo su actividad antagonista sobre las larvas L3 o infectantes de los estrongílicos. Con esta formulación se favorece la aplicación de una medida sostenible, puesto que no supone una tarea adicional a las que desarrollan con frecuencia cuidadores o propietarios de los caballos.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido realizado con cargo a los Proyectos de Investigación AGL2012-34355 y CTM2015-65954-R (Ministerio de Economía y Competitividad, España; FEDER).

## BIBLIOGRAFÍA

ARAÚJO, J.V., GUIMARÃES, M.P., CAMPOS, A.K., SÁ, N.C., SARTI, P., ASSIS, R.C.L. **Control of bovine gastrointestinal nematode parasites using pellets of the nematode-trapping fungus *Monacrosporium thaumasium***. *Ciência Rural*, Santa Maria-RS., 34, 457-463, 2014.

ARIAS, M.S., ARROYO, F.L., CAZAPAL-MONTEIRO, C., HERNÁNDEZ, J.A., SUÁREZ, J., FRANCISCO, I., LÓPEZ-ARELLANO, M.E., SÁNCHEZ-ANDRADE, R., MENDOZA DE GIVES, P., PAZ-SILVA A., 2015. **Formulating *Duddingtonia flagrans* in nutritional pellets for the sustainable control of equine strongyles**. *Journal of Science, Technology and Environment*, 5, 1-16, 2016.

BUZATTI, A., DE PAULA SANTOS, C., FERNANDES, M.A., YOSHITANI, U.Y., SPRENGER, L.K., DOS SANTOS, C.D., MOLENTO, M.B. ***Duddingtonia flagrans* in the control of gastrointestinal nematodes of horses**. *Experimental Parasitology*, 159, 1-4, 2015.

CAZAPAL-MONTEIRO, C., HERNÁNDEZ, J.A., ARIAS, M.S., SUÁREZ, J.L., MIGUÉLEZ, S. FRANCISCO, I., LAGO, P., RODRÍGUEZ, M.I., CORTIÑAS F.J., ROMASANTA, A. Horse Rearing Conditions, Health Status and Risk of Sensitization to Gastrointestinal Parasites. En: SÁNCHEZ-ANDRADE FERNÁNDEZ, R. et al. (Ed) **Horses: Breeding, Health Disorders and Effects on Performance and Behaviour**. Nova Publishers, Hauppauge NY (USA), 2014, pp 43-57.

CORNING, S. **Equine cyathostomins: a review of biology, clinical significance and therapy**. *Parasites & Vectors* 2 Suppl 2, S1, 2009.

FRANCISCO, I., SÁNCHEZ, J. A., CORTIÑAS, F. J., FRANCISCO, R., MOCHALES, E., ARIAS, M., MULA, P., SUÁREZ, J. L., MORRONDO, P., DÍEZ-BAÑOS, P., SÁNCHEZ-ANDRADE, R., & PAZ-SILVA, A. **Clinical trial of efficacy of ivermectin pour-on against gastrointestinal parasitic nematodes in silvopasturing horses**. *Equine Veterinary Journal*, 41, 713–715, 2009.

FRANCISCO, R., PAZ-SILVA, A., FRANCISCO, I., CORTIÑAS, F. J., MIGUÉLEZ, S., SUÁREZ, J., SÁNCHEZ-ANDRADE, R. **Preliminary analysis of the results of selective therapy against strongyles in pasturing horses**. *Journal of Equine Veterinary Science*, 32, 274-280, 2012.

HERNÁNDEZ, J.A., ARROYO, F.L., SUÁREZ, J., CAZAPAL-MONTEIRO, C., ROMASANTA, A., LÓPEZ-ARELLANO, M.E., PEDREIRA, J., MADEIRA DE CARVALHO, L.M., SÁNCHEZ-ANDRADE, R., ARIAS, M.S., MENDOZA DE GIVES, P., PAZ-SILVA, A. **Feeding horses with industrially manufactured pellets with fungal spores to promote nematode integrated control.** *Veterinary Parasitology*, 229, 37-44, 2016.

LARSEN, M.L., RITZ, C., PETERSEN, S.L., NIELSEN, M.K. **Determination of ivermectin efficacy against cyathostomins and *Parascaris equorum* on horse farms using selective therapy.** *Veterinary Journal*, 188, 44-47, 2011.

LEATHWICK, D. M., SAUERMAN, C. W., NIELSEN, M. K. **Managing anthelmintic resistance in cyathostomin parasites: Investigating the benefits of refugia-based strategies.** *International journal for Parasitology. Drugs and drug resistance*, 10, 118-124, 2019.

LIND, E.O., KUZMINA, T., UGGLA, A., WALLER, P.J., HÖGLUND, J. **A field study on the effect of some anthelmintics on cyathostomins of horses in Sweden.** *Veterinary Research Communications*, 31, 53-65, 2007.

ORTIZ PÉREZ, D. O., SÁNCHEZ MUÑOZ, B., NAHED TORAL, J., ORANTES ZEBADÚA, M. Á., CRUZ LÓPEZ, J. L., REYES GARCÍA, M. E., & MENDOZA DE GIVES, P. **Using *Duddingtonia flagrans* in calves under an organic milk farm production system in the Mexican tropics.** *Experimental parasitology*, 175, 74-78, 2017.

REHBEIN, S., VISSER, M., WINTER, R. **Prevalence, intensity and seasonality of gastrointestinal parasites in abattoir horses in Germany.** *Parasitology Research*, 112, 407-413, 2013.

RELF, V.E., MORGAN, E.R., HODGKINSON, J.E., MATTHEWS, J.B. **Helminth egg excretion with regard to age, gender and management practices on UK Thoroughbred studs.** *Parasitology*, 140, 641-652, 2013.

UHLINGER, C.A. **Evidence-based parasitology in horses.** *Veterinary Clinics North American Equine Practice*, 23, 509-517, 2007.

## SOBRE O ORGANIZADOR

**EDUARDO EUGENIO SPERS** realizou pós-doutorado na Wageningen University (WUR), Holanda, e especialização no IGIA, França. Possui doutorado em Administração pela Universidade de São Paulo (USP). Foi Professor do Programa de Mestrado e Doutorado em Administração e do Mestrado Profissional em Comportamento do Consumidor da ESPM. Líder do tema Teoria, Epistemologia e Métodos de Pesquisa em Marketing na Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (ANPAD). Participou de diversos projetos de consultoria e pesquisa coordenados pelo PENSA e Markestrat. É Professor Titular no Departamento de Economia, Administração e Sociologia, docente do Mestrado em Administração e Coordenador do Grupo de Extensão MarkEsalq no campus da USP/Esalq. Proferiu palestras em diversos eventos acadêmicos e profissionais, com diversos artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, livros e capítulos de livros sobre agronegócios, com foco no marketing e no comportamento do produtor rural e do consumidor de alimentos.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Açaizeiro 109

Adaptabilidade 66, 67

Agroecologia 67, 89, 97, 98, 99, 100, 101, 104, 106, 107, 108

### B

Bioclimatologia animal 152, 153, 164, 165

Bioflocos 138, 139, 142, 143, 145, 146, 147

### C

Caballos 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175

Cangrejo de río 130

Capsicum 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 13

Centla 130, 131, 132

Ciclo PDCA 116, 122, 123, 126

Control biológico 167

Controle biológico 30, 80, 88, 124, 125

Controle de pragas agrícolas 24

Crianza 130, 132

Cultivados 1, 7, 30, 66

Custo de produção 23, 32, 33, 37, 38, 144, 145, 146, 147

### D

Depredador 130

Descompactación 47, 48, 53

Diagrama de Ishikawa 116, 119, 121, 122, 124, 125, 128

Doenças foliares 15, 19, 20

Duddingtonia flagrans 167, 168, 170, 175, 176

### E

Ensilagem 109, 112, 115

Estrongilidos 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175

### F

Falsa-medideira 80, 82

Fincas cafeteras 39

## G

Germoplasma 1, 3

Glycine max 71, 72, 78, 81

Gossypium hirsutum 56

## H

Humedad del suelo 46, 47, 50, 52, 53

## I

Inseticidas 23, 24, 25, 30, 31, 34, 37, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 82, 87

Inseticidas botânicos 23, 24

## L

Lagarta-do-cartucho 23, 24, 25, 33, 36

Leite 97, 102, 106, 116, 117, 118, 119, 121, 124, 125, 126, 128, 129, 154, 164, 165

Lucratividade e cultivares 33

## M

Meio ambiente 24, 36, 58, 89, 93, 99, 100, 102, 121, 124, 147

Mudança climática 152, 153, 154, 155, 158, 159, 161, 163

## P

Patologia de Sementes 71, 73

Pecuária 63, 71, 78, 91, 116, 127, 128

Pellets 167, 168, 174, 175, 176

Pennisetum purpureum 109, 110, 112

Pesca 130

Piscicultura 138, 140, 150, 151

Plantas inseticidas 24

Políticas públicas 89, 92, 93, 99, 103, 104, 105, 106, 149

Pontos fracos 116, 118, 119, 120, 126, 127, 129

Produção animal 104, 116, 154, 165

Produtividade de grãos 14, 15, 18, 19, 33, 34, 72, 102

## R

Rabbiteye 66, 67

Resistência genética 15, 21

Rio do Sul 66, 67

Rutas de transición 41, 44

## S

Segurança alimentar 89, 91, 92, 93, 96, 97, 102, 104, 105

Silvestres 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 131

Simarouba versicolor 24, 25, 29, 30, 31

Sistemas cafeiros 41

Suinocultura 89, 90, 92, 94, 96, 97, 103, 104, 105, 106, 107, 108

Sustentabilidade 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45

## T

Tilápia 139, 140, 141, 143, 144, 145, 146, 147, 149, 150, 151

Tomografia de resistividade eléctrica 46, 47

Toxicidade aguda 30, 56

Tratamento de sementes 80

## V

Valorización 1

Valor nutritivo 109, 110, 115

Variedade 66, 68, 69, 83

Viabilidade econômica 35, 138, 139, 140, 144, 145, 150, 151

Vigor 37, 71, 72, 76, 77

## Z

Zea mays L 15, 25, 33





**EDITORA  
ARTEMIS**