

**RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS
FERNANDO FREITAS PINTO JÚNIOR
LUIZ ALBERTO MELO DE SOUSA
(ORGANIZADORES)**

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA CIENTÍFICA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NA AGRONOMIA

**RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS
FERNANDO FREITAS PINTO JÚNIOR
LUIZ ALBERTO MELO DE SOUSA
(ORGANIZADORES)**

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA CIENTÍFICA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NA AGRONOMIA

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

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

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

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

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

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

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

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

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

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



Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^o Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^o Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^o Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^o Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^o Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



Desenvolvimento da pesquisa científica, tecnologia e inovação na agronomia

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Bruno Oliveira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Fernando Freitas Pinto Júnior
Luiz Alberto Melo de Sousa

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

D451 Desenvolvimento da pesquisa científica, tecnologia e inovação na agronomia / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Fernando Freitas Pinto Júnior, Luiz Alberto Melo de Sousa. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0045-5

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.455222803>

1. Agronomia. 2. Agricultura. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizadora). II. Pinto Júnior, Fernando Freitas (Organizador). III. Sousa, Luiz Alberto Melo de (Organizador). IV. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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



DECLARAÇÃO DA EDITORA

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



PREFÁCIO

A agricultura tem sido o principal pilar de desenvolvimento para o país e sua imagem está em gradativa construção. A ciência e a tecnologia têm um papel muito importante dentro deste desenvolvimento do setor agrônomo.

A pesquisa em conjunto com a tecnologia, possibilitam a melhoria da produtividade de alimentos visando alcançar melhores aspectos fisiológicos e nutricionais.

Compreender a lógica da produção de alimentos, energia e fibras e suas relações diretas com a sociedade associadas ao manejo e sustentabilidade devem ser imprescindíveis, haja visto que a produção agrícola é a base da alimentação humana.

O uso de novas tecnologias permite uma maior produção em menor área com utilização de menos recursos naturais, todavia, é necessário que haja investimentos tecnológicos para que seja possível alcançar índices superiores de produção.

A obra “Desenvolvimento da pesquisa científica, tecnologia e inovação na agronomia” conta com 14 trabalhos que proporcionam ao leitor conhecimentos de âmbito agrônomo sobre diversas culturas e metodologias.

A divulgação de pesquisas científicas arquivadas em acervos das Universidades e Instituições de Pesquisa devem ser colocados à disposição da população, para que a realidade da agricultura seja modificada e que a aquisição destes dados sejam aplicadas, em especial na esfera de sustentável.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Fernando Freitas Pinto Júnior
Luiz Alberto Melo de Sousa

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ADUBAÇÃO ORGÂNICA NA PRODUÇÃO DE *Plectranthus Amboinicus* (Lour.) Spreng

Gildeon Santos Brito

Weyla Silva de Carvalho

Girlene Santos de Souza

Anacleto Ranulfo dos Santos

Uasley Caldas de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4552228031>

CAPÍTULO 2..... 12

AGROECOLOGIA EM SÃO LUÍS: QUEM PODE CONTRIBUIR NA SOBERANIA ALIMENTAR DE NOSSA POPULAÇÃO?


Weicianne Kanandra Marques Diniz

Georgiana Eurides De Carvalho Marques

Djanira Rubim dos Santos

Priscilla Maria Ferreira Costa

Rodrigo Dominici Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4552228032>

CAPÍTULO 3..... 23

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO NO TEOR DE ÁCIDO ASCÓRBICO EM SUCOS DE ACEROLA, CAJU E CAMU-CAMU


Thais Fernanda Weber

Amanda Zimmermann dos Reis

Camila Nedel Kirsten

Rosselei Caiel da Silva

Rochele Cassanta Rossi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4552228033>


CAPÍTULO 4..... 35

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* L. Walp) BIOFORTIFICADO PARA A OBTENÇÃO DE FARINHA E PRODUTOS

Lucia Maria Jaeger de Carvalho

Ana Cláudia Teixeira

José Luiz Viana de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4552228034>


CAPÍTULO 5..... 55

DESEMPENHO DO MILHO SAFRINHA SUBMETIDO A DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA COM SUCESSÃO À SOJA

Lucas Carneiro de Matos Faria

Ana Beatriz Traldi

Tiago Carneiro de Matos Faria

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4552228035>

CAPÍTULO 6..... 63

HIBRIDAÇÃO EM BERINJELA


Ricardo de Normandes Valadares

Adônis Queiroz Mendes

Ingred Dagmar Vieira Bezerra

Ítalo Jhonny Nunes Costa

Jordana Antônia dos Santos Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4552228036>

CAPÍTULO 7..... 72


HISTORIA DE LA AGRONOMÍA COMO PROYECTO EDUCATIVO EN MÉXICO

José Luis Gutiérrez Liñán

Carmen Aurora Niembro Gaona

Alfredo Medina García

Sergio Hilario Díaz


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4552228037>

CAPÍTULO 8..... 83

LA MULTIFUNCIONALIDAD DE LA AGRICULTURA ORIENTACIONES PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ORGANIZACIONES DE AGRICULTURA CAMPESINA FAMILIAR Y COMUNITARIA EN COLOMBIA

Ruben Dario Ortiz Morales

Arlex Angarita Leiton

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4552228038>

CAPÍTULO 9..... 101

MICOTOXINAS EM GRÃOS DESTINADOS À PRODUÇÃO DE SILAGEM E RAÇÃO: UMA REVISÃO


Níbia Sales Damasceno Corioletti

José Henrique da Silva Taveira

Luciane Cristina Roswalka

Larissa da Luz Silva

Barbara Mayewa Rodrigues Miranda

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4552228039>

CAPÍTULO 10..... 139

PRODUÇÃO E ARMAZENAMENTO DE BLASTÓSPOROS DE *Beauveria bassiana* IBCB 66

Wagner Arruda de Jesus

Guilherme Debiazi Beloni

Daniela Tiago da Silva Campos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.45522280310>

CAPÍTULO 11..... 146

SISTEMAS DE PODA E FERTILIDADE DOS GOMOS. UM ASSUNTO REVISITADO?

CASO DE ESTUDO COM A CASTA ARINTO NA REGIÃO DE LISBOA


Ricardo Jorge Lopes do Egípto

João Sacramento Brazão

Jorge Manuel Martins Cunha

José Silvestre

José Eduardo Eiras Dias

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.45522280311>

CAPÍTULO 12..... 160

VIABILIDADE ECÔNOMICA NA PRODUÇÃO DA CULTURA DO ALHO EM ÁREAS INFECTADAS POR FITONEMATÓIDES


César Rodrigues Duarte

Rafaella Alves Rodrigues

José Feliciano Bernardes Neto

Denner Robert Faria

João Pedro Elias Gondim

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.45522280312>

CAPÍTULO 13..... 171

VIABILIDADE ECÔNOMICA NA PRODUÇÃO DA CULTURA DO TOMATE EM ÁREAS INFECTADAS POR FITONEMATÓIDES


Rafaella Alves Rodrigues

José Feliciano Bernardes Neto

César Rodrigues Duarte

Denner Robert Faria

João Pedro Elias Gondim

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.45522280313>

CAPÍTULO 14..... 186

EXTRATIVISMO E COMERCIALIZAÇÃO DO BACURI NOS ESTADOS DO MARANHÃO E PIAUÍ

João Lucas Germano Miranda

Greicyelle Marinho de Sousa

Brenda Ellen Lima Rodrigues

Romário Martins Costa


Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista

Thalles Eduardo Rodrigues de Araújo

Rafael Silva Bandeira

Eduardo de Jesus dos Santos

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.45522280314>

SOBRE OS ORGANIZADORES 196

ÍNDICE REMISSIVO..... 197

MICOTOXINAS EM GRÃOS DESTINADOS À PRODUÇÃO DE SILAGEM E RAÇÃO: UMA REVISÃO

Data de aceite: 01/03/2022

Data de submissão: 12/01/2022

Níbia Sales Damasceno Corioletti

Universidade Estadual de Goiás – UEG
São Luís de Montes Belos-GO
<http://lattes.cnpq.br/1946912026519162>

José Henrique da Silva Taveira

Universidade Federal de Lavras – UFLA
Lavras-MG e
Universidade Estadual de Goiás – UEG
Santa Helena de Goiás-GO
<http://lattes.cnpq.br/1359434613878518>

Luciane Cristina Roswalka

Universidade Federal de Lavras – UFLA
Lavras-MG
Universidade do Estado de Mato Grosso –
UNEMAT-MT
Nova Xavantina - MT
<http://lattes.cnpq.br/5207564077071838>

Larissa da Luz Silva

Universidade Estadual de Goiás – UEG
São Luís de Montes Belos-GO
<http://lattes.cnpq.br/3702741794928881>

Barbara Mayewa Rodrigues Miranda

Universidade Estadual de Goiás – UEG
São Luís de Montes Belos-GO
<http://lattes.cnpq.br/1926985245794579>

onerar o custo de produção ainda podem afetar a saúde dos animais e também dos homens devido a presença de metabólitos tóxicos secundários de baixo peso molecular, denominados de micotoxinas, por serem produzidas por fungos toxigênicos que compõem a microflora dos grãos. Comumente, espécies toxigênicas dos gêneros *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp., dentre outros, se encontram associados aos grãos. Em unidades de armazenamento, o controle de umidade e temperatura são essenciais para inibir o desenvolvimento dos fungos toxigênicos e conservação dos grãos. Em silagem ou ração, além da aflatoxina a primeira micotoxina identificada destacam-se fumonisina, zearalenona, deoxinivalenol, ocratoxina, glicotoxina, toxina-T2. Na tentativa de inativar as micotoxinas nos grãos, métodos como irradiação, inativação química, detoxificação por meio de solventes, tratamento térmico, ozonização, acidificação, uso de adsorvente, aluminossilicatos de sódio e cálcio hidratados vêm sendo testados. Neste contexto, a presente revisão bibliográfica teve como objetivo abordar aspectos relevantes sobre as micotoxinas em silagem e ração destinados à produção animal, abordando os fatores que afetam a conservação dos grãos e o desenvolvimento da microflora enfatizando os fungos micotoxigênicos durante o armazenamento.

PALAVRAS-CHAVE: Aflatoxina. Fungos toxigênicos. Nutrição animal.

RESUMO: No Brasil, as cadeias produtivas de carne bovina, avícola e suína depende do fornecimento de silagem e ração que além de

MYCOTOXINS IN GRAINS FOR SILAGE AND FEED PRODUCTION: A REVIEW

ABSTRACT: In Brazil, the beef, poultry and pork production chains depend on the supply of silage and feed, which in addition to increasing the cost of production can affect the health of animals and men due to the presence of low molecular weight secondary toxic metabolites, called mycotoxins, because they are produced by toxigenic fungi that compose the microflora of the grains. Commonly, toxigenic species of the genera *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp. and *Penicillium* sp., among others, are associated with grains. In storage units, the control of humidity and temperature are essential to inhibit the development of toxigenic fungi and conservation of the grains. In silage or feed, in addition to aflatoxin, the first mycotoxin identified, fumonisin, zearalenone, deoxynivalenol, ochratoxin, glycotoxin, T2-toxin stand out. In an attempt to inactivate mycotoxins in grains, methods such as irradiation, chemical inactivation, detoxification by means of solvents, heat treatment, ozonation, acidification, use of adsorbent, hydrated sodium and calcium aluminosilicates have been tested. In this context, this literature review aimed to address relevant aspects of mycotoxins in silage and animal feed, addressing the factors that affect grain conservation and microflora development, emphasizing mycotoxigenic fungi during storage.

KEYWORDS: Aflatoxyn. Toxigenic fungi. Animal nutrition.

1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, considerado um dos maiores produtores de alimentos do mundo, a produção animal se apresenta como uma atividade muito importante para o desenvolvimento econômico do país (PEREIRA et al., 2021), sendo o setor de carnes alavancado há anos principalmente pelas cadeias produtivas de carne bovina, avícola e suína (BLISKA e GUILHOTO, 2001 E ACHAR UMA REFERÊNCIA MAIS ATUAL SERIA ÓTIMO).

O maior gasto com a criação de animais está relacionado com a sua alimentação, em função disso a qualidade dos alimentos fornecidos aos animais deve ser uma preocupação constante para o produtor, principalmente em períodos de entressafra ou sazonalidades, onde a disponibilidade de alimento torna-se reduzida e fontes alternativas como a ração e a silagem são extremamente necessárias para o bom desempenho animal (GOES et al., 2013; SANTOS e SANTOS, 2018).

Popularmente os fungos encontram-se entre os principais problemas para a produção e armazenamento de alimentos, e são caracterizados como mofo ou bolor e, biologicamente, como microrganismos multicelulares, eucarióticos, filamentosos e heterotróficos, pertencentes ao Reino Fungi. Atualmente, cerca de 2,2 milhões de espécies de fungos foram catalogadas, em animais e vegetais (EVALDT et al., 2020; SOUZA et al., 2017). As quais grande parte desempenham papel importante no ecossistema, como decompositoras de matéria orgânica, reciclando nutrientes, associando-se a raízes (micorrizas) (SOUZA et al., 2006; CALAÇA et al., 2020). E outras atuam como agentes patológicos, causando doenças em plantas e animais (CALAÇA, 2020).

Dentre as matérias-primas mais propícias a contaminação por fungos encontram-se o milho, semente de algodão e amendoim. Por conseguinte, o milho está entre as três culturas de maior importância econômica para o mundo e junto ao farelo de soja é a principal fonte alimentícia para os animais (SOUZA et al., 2017; PRESTES et al., 2019).

Fungos filamentosos podem produzir substâncias tóxicas, denominadas micotoxinas que representam um problema global devido aos malefícios que podem ocasionar (PRESTES et al., 2019; SOUZA et al., 2017; MAZIERO e BERSOT, 2010, IAMANAKA e BERSOT, 2010). No milho o principal fungo contaminante é *Fusarium* produtor de fumonisina, micotoxina letal para alguns animais (SOUZA et al., 2017; PRESTES et al., 2019).

Neste contexto, a presente revisão bibliográfica tem como objetivo abordar aspectos relevantes sobre as micotoxinas em silagem e ração destinados à produção animal, os fatores que afetam a conservação dos grãos e o desenvolvimento da microflora enfatizando os fungos micotoxigênicos durante o armazenamento e possíveis métodos de detoxificação de micotoxinas em alimentos para nutrição animal.

2 | REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fungos de Campo

Os fungos são considerados o segundo maior causador de deterioração de grãos, ficando atrás apenas dos insetos. Devido ao clima tropical, o Brasil é um país propício à proliferação de fungos. Fato que é agravado por práticas agrícolas inadequadas. Estes necessitam de um teor de umidade alta para se desenvolverem, afetando os grãos durante o período de amadurecimento. As vias de contaminação podem ocorrer por insetos, chuvas, ar, vestígios de colheitas anteriores (DINIZ, 2018).

O processo de infecção dos grãos em campo pode ser influenciada pelas condições ambientais como, temperatura, umidade relativa, chuvas durante a colheita, insetos, fungos já presentes no solo (BÜNZEN e HAESE, 2006; FONSECA, 2008; PERÍCAS et al., 2021).

Os principais gêneros dos fungos de campo que afetam grãos e sementes são *Cephalosporium*, *Fusarium*, *Gibberella*, *Nigrospora*, *Helminthosporium*, *Alternaria* e *Cladosporium*, contaminando os grãos antes da colheita (ROCHA et al., 2020). Quando ocorre a ingestão de alimentos contaminados, os fungos produzem metabólitos que acometem tecidos e/ou fluidos de hospedeiro (SANTOS et al., 2016).

Fungos fitopatogênicos em condições favoráveis desenvolvem estruturas que apresentam resistência, e são de difícil controle, pois suas estruturas conseguem sobreviver vários anos em contato com o solo. Necessitam de um teor de equilíbrio com umidade relativa que fique entre 90% a 100% para seu desenvolvimento (BUENO, AMBRÓSIO e SOUSA, 2006; LINS et al., 2014).

2.2 Fungos de armazenamento

Independentemente da espécie grãos ou sementes, estão passíveis de perda de qualidade fisiológica. O armazenamento pode ser realizado de duas maneiras a primeira de modo convencional e a segunda de forma a granel (ROCHA, 2020). Durante o armazenamento é importante que o alimento esteja em condições favoráveis, sendo realizada a secagem de forma correta dos grãos, controle de umidade e temperatura relativa e técnica de aeração quando necessário, para impedir o desenvolvimento da microflora (LORINI et al., 2015; RODRIGUES, et al., 2018; ZIMMERMANN et al., 2019).

Durante o armazenamento dos grãos, fatores intrínsecos à massa de grãos como temperatura, umidade, tempo de armazenamento, qualidade física e sanitária dos grãos, presença de insetos, contribuem para o desenvolvimento dos fungos, os quais em condições favoráveis conseguem se reproduzir (LAZZARI, 1997).

O armazenamento consiste em um processo cuja a finalidade básica é a manutenção da qualidade dos alimentos para que possam ser consumidos fora da época de produção. Enquanto os grãos estão armazenados, pode ocorrer processo de deterioração, em decorrência da contaminação antes e pós colheita. Como exemplo, podem ser citados agentes físicos, químicos e biológicos, os quais causam danos aos grãos e sementes, reduzindo sua matéria seca, poder nutritivo, o seu vigor e capacidade de germinação, podendo ocorrer perdas de 5% a 20% na produção em países desenvolvidos (ARENHARDT, 2015; SAITA e PANDOLFI, 2019; SOBRINHO, SANTOS e SILVA, 2020). Além da possibilidade de se tornarem tóxicos aos humanos e animais.

O armazenamento correto, a detecção das micotoxinas e de seus fungos produtores em alimentos armazenados se fazem necessários para o controle dos mesmos, evitando-se assim perdas qualitativas e quantitativas, prejuízos econômicos e a prevenindo doenças nos animais (ARENHARDT, 2015).

2.3 Micotoxinas

As micotoxinas são metabólitos tóxicos secundários de baixo peso molecular produzidos por certas espécies de fungos filamentosos, que exercem efeitos potencialmente negativos em animais e seres humanos (ZINEDINE, 2019).

Durante as etapas de pré-colheita e armazenamento, a infecção fúngica favorece o processo de deterioração em grãos, se as condições ambientais forem adequadas para o desenvolvimento de patógenos, principalmente temperatura e umidade. Fungos pertencentes aos gêneros *Alternaria* sp., *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., *Rhizoctonia* sp., *Stachbotrys* sp. e *Penicillium* sp. foram destacados como os maiores produtores de micotoxinas (CARDOSO FILHO et al., 2015).

Ruminantes são menos sujeitos a ação das micotoxinas, quando comparados aos monogástricos. Isso ocorre devido o ecossistema ruminal desses animais ser eficiente na ligação, degradação e desativação de moléculas tóxicas (NIDERKORN, 2007; FINK-

GREMMELS, 2008). No entanto, quando expostos a níveis de micotoxinas por longos períodos, podem apresentar sintomas clínicos de intoxicação, uma vez que tais substâncias tóxicas ocasionam efeitos acumulativos no organismo e dietas formuladas bastante variadas em sua composição tende a aumentar o risco de contaminação. Especificamente, se incluírem amido advindo de cereais, alimentos proteicos, subprodutos, feno, pastagem, milho forrageiro, pequenos grãos e silagens de sorgo (GALLO et al., 2013; GILBERTI et al., 2014, GLUBER-DOMINGER et al., 2019).

Micotoxinas na silagem de milho foi relatada por autores como Driehuis et al. (2008) deoxinivalenol, zearalenona e fumonisina, Shimshoni et al. (2013) zearalenona e fumonisina, Weaver et al. (2021) aflatoxina B₁, aflatoxina B₂, aflatoxina G₁, aflatoxina G₂, ocratoxina A, ocratoxina B, fumonisina B₁, fumonisina B₂, fumonisina B₃, deoxinivalenol, toxina T-2 e gliotoxina e outras micotoxinas emergentes (WEAVER et al., 2021).

Alguns fatores, como a espécie animal, raça, idade, sexo, nível de estresse e estado nutricional, influenciam a suscetibilidade dos animais à micotoxinas (BHAT, 2010). Porém, nem sempre os sintomas das intoxicações são aparentemente visíveis ou relacionadas às micotoxinas (WAMBACQ, et al., 2016).

Resíduos de quantidades mínimas de micotoxinas em produtos de origem animal representam um risco a saúde pública. Foi relatado que os resíduos permanecem absolutamente estáveis em leite cru e processado (MOHAMMADI, 2011; ADEGBEYE et al., 2019), ovo cozido (ALY e ANWER, 2009), carne (MATRELLA et al., 2006) queijo (PRADO et al., 2000; JAGER, 2013; SHEHAB et al., 2019; COSTAMAGNA et al., 2019) e produtos cárneos (TOSCANI et al., 2007; RODRÍGUEZ et al., 2012).

Técnicas de processamento como a pasteurização, resfriamento e congelamento, não são capazes de eliminar a aflatoxina M₁ (BOLANOS et al., 2003).

No México, 20% da fórmula de leite processado infantil apresentava níveis de aflatoxina M₁ na concentração de 40 ng L⁻¹, quantidade superior aos limites máximos requeridos pela União Europeia que é de 25 ng L⁻¹ para fórmula infantil (QUEVEDO-GARZA, 2020). No Brasil, os limites aceitáveis de AFM₁ no leite em pó é de 5 µg L⁻¹ (BRASIL, 2011), enquanto na União Européia é de apenas 0,025 µg kg⁻¹ (CE, 2006).

A presença da aflatoxina M₁ (AFM₁) no leite é resultado do consumo de alimentos contaminados pela aflatoxina B₁ (AFB₁) (MAGALHÃES, 2021). O processo de biotransformação da AFB₁ para AFM₁ em ruminantes ocorre no fígado por meio de uma reação de hidroxilação, que após a metabolização em AFM₁ se liga com sulfatos e ácido glicurônico (HUSSEIN e BRASELL, 2001). Esse novo composto de aflatoxina M₁ é altamente solúvel e excretado em vias como a bile, a urina e no leite desses animais (HUSSEIN e BRASELL, 2001; MURPLY et al., 2006; FINK-GREMMELS, 2008; GONÇALVES et al., 2015).

Kosicki et al. (2016), em pesquisa plurianual de micotoxinas em 1384 amostras de matérias-primas para rações e alimentos para animais, de 2011 a 2014 na Polônia,

constatarem a predominância de zearalenona e deoxinivalenol de 89% a 92% nas 295 amostras de milho, de 97% a 98% nas 466 amostras de pequenos grãos e de 86% a 88% nas 143 amostras de silagem de milho. Além disso, nesse mesmo estudo foi possível detectar a incidência de tricotecenos e zearalenona em 90% das 480 amostras completas de ração. Os autores inclusive relataram que 24 amostras de todo conteúdo analisado excederam os limites máximos tolerados de micotoxinas pela legislação da União Européia, indicando que, tanto os alimentos quanto as matérias-primas destinadas à alimentação animal, encontravam-se contaminados por metabólitos secundários de fungos filamentosos, contendo na maioria dos casos múltiplos compostos de interesse, aumentando o risco de toxicidade.

A produção das micotoxinas geralmente acontece quando os fungos se encontram sujeitos a condições de estresse celular, sendo a incidência associada no campo às mudanças nas condições climáticas, ataque de pragas e inúmeros outros fatores que contribuem para a perda de vigor da planta, submetendo-a a colonização por fungos toxigênicos e nos grãos armazenados devido a interação entre umidade relativa do ar, temperatura, tipo de substrato, taxa de respiração, concentração de CO₂, presença de insetos e fungos (SANTIN et al, 2005).

2.3.1 Aflatoxina

A partir da década de 1960, as aflatoxinas começaram a ganhar importância econômica, após a mortandade no Reino Unido de mais 100.000 de perus e milhares de patos de forma repentina mediante a ingestão de torta de amendoim contaminada proveniente do Brasil (IONGH et al., 1962).

Blont (1961), ao investigar a mortalidade das aves nas diferentes regiões do surto em Londres, verificou a similaridade de ligação dos efeitos tóxicos e assimilou com as rações fornecidas as aves que foram submetidas as análises química, biológica, evidenciando a ocorrência de enterite e descartando o diagnóstico por não ter identificado exatamente o agente infeccioso da doença, classificando-a como *Tukey X Disease*.

Posteriormente, Sargeant et al. (1961), também em território detectaram o fungo produtor da toxina responsável pelo efeito tóxico em suínos, bovinos, perus e marrecos. Observaram que o fornecimento 20 µg de solução cristalina obtida da purificação de extratos tóxicos da torta de amendoim, acarretou na morte de inúmeros marrecos, 24h depois do consumo. Nas autopsias foram detectadas lesões no fígado, levando a suspeita de intoxicação causada por fungos que foram isolados, repicados em meio de cultura e adicionados na torta de amendoim que fornecida aos marrecos resultou novamente em mortes por lesões no fígado, permitindo assim, a identificação do agente etiológico da micotoxicose como *Aspergillus flavus* e o metabólito nocivo como aflatoxina (RICHARD, 2012).

Os principais compostos produzidos pelas espécies de *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus* foram identificados como Aflatoxina B₁, Aflatoxina B₂, Aflatoxina G₁ e Aflatoxina G₂ (GARON et al., 2006; RICHARD et al., 2009), sendo a AFB₁ considerada a micotoxina de maior potência toxigênica e a mais abundante (LEESON et al., 1995).

Em todas as espécies animais, o fígado é o principal órgão afetado pelos efeitos deletérios da AFB₁. A exposição a longo prazo causou diminuição na taxa de ingestão da ração, redução na produção de leite e ovos, maior vulnerabilidade a doenças, redução no ganho de peso, teratogenicidade e carcinogenicidade (RICHARD et al., 2003). Essa toxina atua inibindo a síntese de DNA e RNA mensageiro (BUTLER e NEAL, 1977), impedindo a transcrição (MELO, 1999). Devido os metabólitos da AFB₁ se ligarem covalentemente ao DNA na posição N₇ da guanina (LOPES et al., 2005) produzindo o aduto AFB₁-N₇-guanina (RUSHING e SELIM, 2018). Entre os epóxidos formados, apenas o isômero exo (AFB₁-exo-8,9-epóxido) apresenta genotoxicidade (GUENGERICH et al., 1998).

As aflatoxinas ocorrem em uma série de matérias-primas destinadas a fabricação de rações animais, principalmente, milho, amendoim e sementes de algodão (CHEEKE e SHULL, 1985; ZAKI et al., 2012). Fungos produtores de aflatoxina colonizam grãos como o milho no campo quando encontram condições ambientais favoráveis ao seu desenvolvimento. A suscetibilidade da safra de grãos a ação de fungos toxigênicos pode ser intensificada pelo ataque de insetos (RICHARD, 2007). Grãos de milho podem reunir níveis de até 400 µg kg⁻¹ de uma aflatoxina (SHOTWELL et al., 1975).

Ademais, muitos países em desenvolvimento não possuem estrutura para armazenar grandes quantidades de alimentos em condições secas e de temperatura controlada, por consequência a incidência por AFB₁ torna-se comum durante a etapa de armazenamento (KLICH, 2007). Em um estudo conduzido na República Democrática do Congo, 32% das 50 amostras de milho analisadas na pré-colheita apresentaram níveis de 1,5 a 51,23 µg kg⁻¹ para AFB₁ (KAMIKA et al., 2016).

Alonso et al. (2013) verificaram elevada incidência de espécies de fungos patogênicos destacando-se as espécies de *A. flavus*, *A. parasiticus*, *A. fumigatus*, *A. terreus*, *A. niger*, *A. ochraceus*, *A. versicolor*, *F. graminearum*, *F. verticillioides*, *F. solani*, *F. equiseti*, *F. oxysporum*, *F. culmorum*, *P. roqueforti*, *P. paneum*, *P. griseofulvum*, *P. crustosum*, *P. brevicompactum*, *P. purpurogenum*, *Monascus ruber*, *Byssoschlamys nivea*, *Cladosporium sp.*, *Mucor sp.*, *Acremonium sp.*, *Mycelia sterilia*, *Mucor circinelloides* v. Tiegh., *M. racemosus*, *Rhizopus stolonifer*, *Paecilomyces variotti* e *Scopulariopsis sp.* Na silagem de milho, ingrediente frequentemente utilizado na suplementação da dieta de ruminantes. Keller et al. (2013) observaram que durante o preparo da ensilagem e fase de abertura do silo, *A. flavus* foi a espécie do gênero *Aspergillus* encontrada em maior predominância em amostras advindas de propriedades particulares dos estados de São Paulo e do Rio de Janeiro.

Frangos de corte, expostos a AFB₁, demonstraram atividade limitada no metabolismo

de aminoácidos e na formação de enzimas lisogênicas (BRYDEN et al., 1979). Vários estudos indicaram que vacas em lactação são mais predispostas a incidência de aflatoxicose, em função da Aflatoxina B₁ ser convertida em Aflatoxina M₁ e transferida para o leite desses animais (ROBENS e RICHARD, 1992; DIAZ et al., 2004; IMRAN et al., 2020).

Em outro estudo, desenvolvido com ovinos foi relatado que a dieta experimental a base de cevada 51,4%, milho 20,5%, grãos de soja 13,8%, alfafa desidratada 10,3%, carbonato 2,1% gordura 1,0%, sal 0,5% e pré-mistura de vitaminas e minerais 0,4% contendo níveis de 2,5 mg/kg de aflatoxina por 21 dias, resultou a sintomas clínicos de metabolismo mineral alterado, hepatotoxicidade, nefrite e redução da concentração do material mineral plasmático (RAMOS et al., 1996).

As aflatoxinas são compostos extremamente estáveis a ação do calor, suportam temperaturas que excedem 200 °C e também não são afetadas pelo frio (PÁDUA, 2002).

A Agência Internacional de Pesquisa do Câncer (IARC), classificou as aflatoxinas como carcinógenos do Grupo I (IARC, 2012). A Comissão Européia estabeleceu um limite máximo tolerável de AFB₁ de 20,0 mg em matérias-primas para alimentação animal (RODRIGUEZ-BLANCO, 2021).

2.3.2 Fumonisina

As fumonisinas são metabólitos biossintetizados por espécies do gênero *Fusarium*, preferencialmente, *Fusarium verticillioides*, *Fusarium proliferatum* (SOARES et al., 2013), embora a espécie *Alternaria alternata* do gênero *Alternaria spp.* também seja capaz de produzir esta toxina em menores proporções (RHEEDER, 2002).

Segundo algumas informações controversas encontradas na literatura, diferentes espécies de *Fusarium spp.* podem interagir entre si, desenvolvendo atividades sinérgicas que levam a produzir a infecção (PICOT et al., 2012; GIORNI, 2019). Em plantas de milho, diferentes são as rotas utilizadas por *Fusarium spp.* para ocasionar a infecção. Algumas espécies têm preferência pela infecção primária por meio das sedas, outras utilizam-se da infecção secundária através da porta de entrada deixada por insetos quando danificam os grãos e por fim outras aderem a transmissão sistêmica via sistema radicular (MUNKVOLD, 1997; MUNKVOLD, 2003). Estes fatores evidenciam a dificuldade e a complexidade da prevenção e do controle de *Fusarium* no milho, uma vez que a contaminação é inevitável (PRESTES et al., 2019).

Os compostos tóxicos da fumonisina são classificados em 16 tipos: (FB1, FB2, FB3, FB4, A1, A2, A3, AK1, C1, C3, C4, P1, P2, P3, PH1A e PH1B) (POZZI et al., 2002). No entanto, a FB1 e FB2 são as mais importantes em consequência de sua ocorrência e toxicidade (SHEIK ABDUL, 2020). Cerca de 70% do montante das fumonisinas encontradas em alimentos contaminados, equivalem a FB1 (PRESTES et al., 2019).

Alguns estudos mostraram que a ingestão da fumonisina B1, afetou a produção de

leite e reduziu o consumo da ração (RICHARD et al., 1996; DIAZ e ESPITIA, 2006; FINK-GREMMELS, 2008).

A estrutura química das fumonisinas é formada por diésteres de ácido tricarbálico com uma espinha dorsal do álcool que é bastante similar à esfingosina (SHEPHARD, 1990). Tal semelhança explica a ação competitiva desta molécula para com a enzima ceramida sintase (Cers) e seu potencial de reduzir parcialmente o metabolismo de esfingolipídios (RILEY e MERRILL, 2019). As alterações fisiológicas na formação dos esfingolipídios, resulta no acúmulo de esfingonina e esfingosina, que desencadeia o mecanismo tóxico agudo e carcinogênico das fumonisinas (BROWN et al., 2001).

Nos animais as fumonisinas ocasionam danos oxidativo nas proteínas, DNA e lipídeos, levando a desenvolver características tóxicas de citotoxicidade, genotoxicidade e carcinogênese, as quais afetam a saúde e consecutivamente o desempenho produtivo (GAGNÉ, 2014; SOUSA et al., 2020).

Latorre et al. (2015) relataram que grande parte das fumonisinas contaminantes da silagem de milho encontravam-se presentes em um formato oculto. Portanto, são dificilmente detectadas na análise de rotina, devido a alteração da forma, havendo entretanto possibilidades de serem liberadas no sistema digestivo de mamíferos (DALL'ASTA, 2010).

2.3.3 Zearalenona

O termo zearalenona provém do fungo "*Gibberella zeae*", forma anamórfica de *F. graminearum* (ZINEDINE et al., 2007). É uma micotoxina produzida por fungos do gênero *Fusarium* *F. graminearum*, *F. crokwellense*, *F. culmorum*, *F. semitectum* e *F. equiseti* (BENNETT e KLICH, 2003; RICHARD, 2007), que ocorre naturalmente em diversos países, desenvolvendo-se preferencialmente em substratos como milho, cevada, trigo e ração animal (PLACINTA et al., 1999). Geralmente, surge de forma simultânea com o DON, em função de ser biossintetizada pelo mesmo gênero fúngico. No entanto, quando comparada ao DON é encontrada em menores concentrações (SOARES et al., 2013).

Apresenta baixa solubilidade em água, boa estabilidade térmica bem como maior estabilidade nos solventes orgânicos (PLACINTA et al., 1999). Sua estrutura química é formada por uma lactona de ácido 2,4-di-hidroxibenzoico composto sem estrutura esteroide (MALLY et al., 2016).

As zearalenonas são produzidas sob temperaturas de 20 a 25°C, com umidade superior a 20% por um período de até 3 semanas (BOEIRA, 2012).

Na literatura tem sido sugerido que zearalenona possui duas importantes rotas metabólicas de biotransformação no organismo dos animais. A primeira rota consiste na hidroxilação resultante da formação de a-zearalenol (a-ZEA) e b-zearalenol (b-ZEA) que hipoteticamente é catalisada por 3-a e 3-b hidroxiesteroídes desidrogenalises (HSDs). A segunda rota está relacionada a conjugação de ZEA com seus metabólitos reduzidos junto

ao ácido sulfônico ou glucurônico, sendo a enzima uridina difosfato glucuronil transferase responsável pela catalisação (OLSEN et al., 1981).

Entretanto, existem diferenças consideráveis no perfil metabólico de ZEA entre as espécies animais. No estudo de Malekinejad et al. (2006) foi possível verificar majoritariamente que nos bovinos b-ZEA é o composto intermediário hepático dominante, enquanto nos porcos a ZEA é convertida principalmente em a-ZEA. Além disso, também foi indicado por Yang et al. (2017) que nas galinhas β -ZEL é o metabólito predominante.

O efeito tóxico da zearalenona em bovinos baseia-se principalmente nos distúrbios reprodutivos (ZINEDINE et al., 2007; MINIERVINE, 2008), como infertilidade em vacas, hiperestrogenismos e consequente menor taxa de concepção (D'MELLO et al., 1999). A concentração de 1 mg/ kg de ZEA na dieta de porcas de primeiro estágio pode induzir a síndrome estrogênica (MALEKINEJAD et al., 2006), que prejudica grandemente o trato reprodutivo e as glândulas mamárias (DEVREESE et al., 2015). Chen et al. (2019) observaram que 2 mg/kg de zearalenona reduziu o crescimento de frangos de corte, aumentou o tamanho do fígado e gerou acondroplasia.

Zhu et al. (2016), relataram o aumento da concentração de AST e Alamina aminotransferase no soro de frango, devido ao teor de 2 mg/kg de ZEA na deita e diminuição da produção de enzimas antioxidantes, albumina e proteína total.

2.3.4 Deoxinivalenol (DON)

Espécies de *Fusarium tricinctum*, *Fusarium nivale*, *Fusarium graminearum*, *Fusarium roseum*, *Fusarium culmorum* e *Fusarium poae*, produzem o deoxinivalenol (DON) coloquialmente também conhecido como vomitoxina, sob condições de alta umidade e períodos curtos de seca (OGUNADE et al., 2018).

O DON inibe a síntese de proteínas eucarióticas (PESTKA, 2007), devido ligar-se a enzima peptidil transferase nos ribossomos (SWAMY et al., 2003; AZIZI et al., 2021). A contaminação por DON pode ocasionar a redução na absorção de glicose no trato gastrointestinal por meio da supressão do transportador de glicose (SGLT1). Contudo, esse transportador é indispensável tanto na absorção da glicose quanto na reabsorção de água. Diante disso, a diarreia é provocada pela eliminação do transportador SGLT1 (GRENIER, 2013).

Outros sintomas associados a intoxicação por DON são, redução na taxa de ingestão da ração (VANDIKE et al., 2019), vômito e diminuição da produção do leite em gado leiteiro (MARASAS et al., 1984).

Foi relatado que a presença de DON a 12, 21 μ g/ kg na dieta de frangos de corte aos 21 dias de idade afetou o desempenho desses animais (YUNUS et al., 2012). Estudos testificaram que concentrações superiores a 1 μ g/g de DON são potencialmente tóxicas para suínos (RICHARD, 1998; KHARAYAT et al., 2018).

Vários estudos também mostraram que o DON é uma das micotoxinas mais comuns encontradas na silagem (STORN et al., 2008; GALLO et al., 2015, COGAN et al., 2016, KOSICKI et al., 2016). Além disso, o DON é bastante termoestável, apto a suportar temperaturas de 150 a 350°C (SCHATZMAYIR e STREIT, 2013; ZHOU et al., 2020).

2.3.5 Ocratoxina

A ocratoxina é produzida por inúmeras espécies dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, especificamente, *A. niger*, *A. carbonarius*, *A. ochraceus* (KHATOON; ABIDIN; BHATTI 2018), *A. alliaceus*, *A. melleus*, *A. ostianus* (ROCHA, 2014), *A. auricomus*, *A. citricus*, *A. petrakii*, *A. glaucus*, *A. fonsecaeus* (NOGUEIRA, 2006; ANDRADE, 2015) e *P. verrucosum*, *P. nordicum* (GIL-SERNA et al., 2018) *P. cyclopium*, *P. variable*, *P. viridicatum* (SERRANO-COLL, 2015).

Cereais como o trigo, amendoim, milho, aveia e sorgo podem ser facilmente contaminados pela ocratoxina. Além, de subprodutos de origem animal como ovo, leite, queijo e produtos cárneos (MALIR et al., 2016).

Dentre os tipos existentes de Ocratoxina A, B, C, alfa e beta, a OTA (ocratoxina A) é considerada a mais tóxica de todas. As condições propícias para a produção de ocratoxina variam de acordo com a espécie fúngica e fatores ambientais (RINGOT, 2006). Por exemplo, em países de clima tropical, *A. ochraceus* para promover o crescimento micelial necessita de temperatura em torno de 8 a 37°C (SWEENEY & DOBSON, 1998) e atividade de água no substrato entre 0,77 a 0,83. Porém, a produção de OTA só ocorre quando a quantidade de água presente no alimento possui umidade de 0,83 a 0,87 (BEAUCHAT, 1981). Já em países de clima temperado frio, as espécies de *Penicillium* biossintetizam esses compostos sob temperaturas abaixo de 5°C (TOLA e KEBEBE, 2016).

Quimicamente, apresenta uma porção di-hidrocurmarina ligada a uma molécula de L-β-fenilalanina via uma ligação amida (RINGOT et al., 2006). Trata-se de um composto moderadamente estável que não é facilmente degradado em procedimentos comuns de processamento de alimentos (BOUDRA et al., 1995; EFSA, 2006).

Está toxina perturba a síntese proteica, RNA, DNA e no metabolismo de carboidratos principalmente na gliconeogênese (CORRÊA, 2007).

Em animais a OTA provoca câncer nos rins, fígado, glândulas mamárias e testículos (HOPE, 2012). Suínos, são extremamente sensíveis a essa micotoxina (DILKIN, 2002), o rim é o órgão mais afetado pela OTA (POPESCU et al., 2021). Estudos experimentais, observaram a ocorrência de OTA nos tecidos de suínos, após um período de 1 e 3 meses do término da exposição (KROGH et al., 1973; STOEVE et al., 2001).

Na União Européia o limite máximo tolerado de OTA em carne suína difere de país para país. A Dinamarca estabeleceu um limite de 10,0 µg/kg para fígado e rins de porco (HORT et al., 2018), enquanto na Romênia o valor admitido para a carne é de 5 µg/kg. A

média que na Itália o limite de concentração de OTA para carne suína é de apenas 1 µg/kg (DUARTE et al., 2010).

Já, nas rações destinadas a alimentação animal os níveis aceitáveis é de 50 µg/kg (MARIN et al., 2017). Um estudo realizado com 74.821 amostras de rações coletadas em 100 países de 2008 a 2017 detectou a presença de ocratoxina em 15% das amostras (GRUBER-DOMINGER et al., 2019). Os autores constataram que a formação das micotoxinas na África, Ásia e Sudeste Asiático, é influenciada pelas mudanças climáticas.

A IARC classificou a OTA como carcinógeno do GRUPO 2B (RÁDULY et al., 2020).

2.3.6 Gliotoxina

A gliotoxina é produzida principalmente pela espécie *Aspergillus fumigatus*, que se trata de um patógeno oportunista que desenvolve quadros sintomáticos de doenças respiratórias que podem causar danos em humanos e animais (ALONSO et al., 2013). Outras espécies como *Penicillium* (RICHARD et al., 1994), *Gliocládio* (WHITE e STRANEY, 1996) e *Candida* (SHA et al., 1995) também são capazes de produzir esse metabólito altamente tóxico.

Na literatura isolados de gliotoxina foram encontrados em tecido de animais como úbere bovino (BAUER et al., 1989). Em um estudo conduzido na Argentina por Pena et al. (2014) várias cepas de *A. Fumigatus* foram isoladas na ração equina, na ração animal e na silagem de milho. Ambos alimentos apresentavam concentrações elevadas de gliotoxina.

A incidência de gliotoxina na silagem de milho também foi relatada por autores como Garon et al. (2006); Pereyra et al. (2008); Richard et al. (2009).

A presença da gliotoxina no ambiente animal e cadeia alimentar, é um problema grave que pode trazer riscos para a saúde e desempenho produtivo dos animais. Assim, como potencializa o risco de exposição direta a toxina, em trabalhadores rurais, após o manuseio e armazenagem de alimentos contaminados (PENA et al., 2015). *A. fumigatus* é uma espécie que produz inúmeros esporos que podem ser facilmente dispersados no ar, em consequência disso, tanto para humanos quanto para animais a possibilidade de contaminação é alta (WENEHED et al., 2002).

Gordon et al. (1993) observaram que trabalhadores rurais após manipularem ração mofada apresentaram quadro sintomático de síndrome neurológica ocasionado por micotoxinas tremogênicas produzidas por *A. fumigatus*. O pulmão é o principal órgão afetado pelos efeitos deletérios da gliotoxina, por possuir maior aeração e maior quantidade de oxigênio, e essas condições são adequadas para a produção desse metabólito por *A. fumigatus* (KAMEI, 2005).

Foi relatado que feno contaminado por gliotoxina intoxicou camelos na concentração de 0,495 µg/g (GAREIS e WERNEY, 1994). Além disso, alguns estudos testificaram que aves e equinos são mais suscetíveis aos efeitos da gliotoxina (PENA et al., 2010; PFLIEGLER et

al., 2020). Também foi demonstrado que a gliotoxina pode ser produzida in vivo em alguns animais, através do trabalho de Reeves et al. (2004) foi detectada a presença de gliotoxina em corpos de larvas de animais contaminados experimentalmente por *Galleria mellonella*.

A estrutura química da gliotoxina possui, um epipolythiodioxopiperazine identificado pela existência da ponte dissulfeto transalunar, responsável pelos efeitos tóxicos dessa micotoxina (UPPERMAN et al., 2003; PENA et al., 2015).

2.3.7 Toxina- T2

A toxina T-2 pertence ao grupo dos tricotecenos. De modo geral, o quadro de intoxicação nos animais acontece após a ingestão de ração contendo grãos, feno e palha contaminados por *F. sporotrichioides* e *F. poae* (BOUDERGUE et al., 2009; BERTERO et al., 2018). Afeta o desempenho das aves provocando placas caseosas amarelas na comissura do bico e na mucosa do palato duro (KOSICKI et al., 2016), redução na produção de ovos devido a menor reposta imunológica, padrões alterados de pernas e perda de peso (OGBUEWU, 2011).

Temperaturas entre 6 a 24° C e alta umidade favorecem a produção da T-2. Assim como outros tricotecenos a toxina T-2 age sobre a síntese de proteína, causando inibição na síntese de DNA e RNA. Perturbando funções fisiológicas importantes relacionadas a divisão celular (RICHARD, 1991). Células do epitélio intestinal são extremamente sensíveis a exposição aos tricotecenos (ALASSANE-KPEMBI et al., 2013). Em gado leiteiro a toxina T-2 causa recusa do consumo da ração, gastroenterite, hemorragia intestinal e morte (EFSA, 2011; TAHEUR et al., 2019; HAQUE et al, 2020).

3 | FATORES QUE INFLUENCIAM A CONTAMINAÇÃO EM GRÃOS ARMAZENADOS

O desenvolvimento fúngico pode ser evitado mantendo o teor de água, temperatura e as taxas de oxigênio em níveis ideais, sendo necessário o controle das impurezas e a aeração da massa de grãos armazenados, visando manter a uniformidade da temperatura e umidade (SANTOS, 2006). Por outro lado, a formação de micotoxinas depende da umidade, temperatura, oxigênio, substrato, integridade do grão, número de fungos, o desenvolvimento e o tempo de interação dos fungos (PEREIRA et al., 2008).

Temperatura, umidade e taxas de oxigênio na massa de grãos são as variáveis que devem ser mais consideradas na produção fúngica e formação de micotoxinas, estas variáveis estão intrinsecamente interligadas, sendo necessário o controle total da presença destas nos grãos armazenados (FARONI, 1998).

Para evitar o desenvolvimento de fungos é necessário manter o teor de água, temperatura e as taxas de oxigênio em níveis ideais, fazendo-se necessário o controle das impurezas e a aeração da massa de grãos armazenados, com vistas a manter a

uniformidade da temperatura e umidade (SANTOS, 2006). Alternativamente, a formação de micotoxinas depende da umidade, temperatura, oxigênio, substrato, integridade do grão, número de fungos, desenvolvimento e tempo de interação dos fungos (PEREIRA et al., 2008).

Contudo os fatores que mais devem ser considerados na produção fúngica e formação de micotoxinas são temperatura, umidade e taxas de oxigênio na massa de grãos armazenados. Estes fatores estão fortemente relacionados, sendo necessário o controle total da ocorrência destes em grãos sob armazenamento (FARONI, 1998).

3.1 Umidade

O teor de água dos grãos é uma variável que restringe o desenvolvimento do fungo, que é um dos principais deterioradores dos grãos armazenados. O conteúdo de água livre nos cereais durante e após a colheita, na maioria dos casos, determina indiretamente a qualidade dos grãos.

Para o armazenamento seguro de grãos, os seguintes pontos são importantes ser considerados: teor de umidade inferior a 13% para inibir o crescimento da maioria dos microrganismos; teor de água inferior a 10% limita grande parte do desenvolvimento de pragas de grãos armazenados; e a maior uniformidade possível do teor de umidade do grão, isso porque raramente são distribuídos uniformemente e varia de uma estação para outra, de uma zona climática para outra, o que torna um recurso difícil de controlar (DI CASTRO, et al., 2015).

Em espécies de fungos, podem variar as exigências de umidade, tanto no intervalo no qual irão predominar quanto o limite inferior de crescimento. Para grãos, os níveis mais baixos de umidade que possibilitam a ocorrência de fungos de armazenamento comuns se divergem conforme a espécie: *Aspergillus halophilicus*, de 13,0 a 13,2%; *A. restrictus*, de 13,2 a 13,5%; *Aspergillus amstelodami*, *Aspergillus chevalieri*, *Aspergillus repens* e *Aspergillus ruber*, 14,0 a 14,2%; *Aspergillus candidus* e *Aspergillus ochraceus*, 15,0 a 15,2% e *Aspergillus flavus*, 17,5 a 18,0%. Peritécios do *Aspergillus amstelodami*, *Aspergillus chevalieri*, *Aspergillus repens* e *Aspergillus ruber* são gerados em grãos de cereais quando o nível de umidade, destas estruturas forem menores que 15,5%, e peritécios dificilmente são produzidos quando o teor de umidade do grão é maior que 17,0%, uma vez que, neste teor de umidade há a predominância de outros fungos (CHRISTENSEN e KAUFMANN, 1965).

3.2 Temperatura

Tem um papel importante no desenvolvimento do micélio, na produção e germinação dos esporos (SAMSON, et al., 2000). Segundo Dhingra (1985); Christensen e Kaufmann (1965) a temperatura ideal para o crescimento de grande parte dos fungos de armazenamento é de 28 a 35 °C e um mínimo de 0 a 5°C, algumas espécies de *Penicillium*,

frequentes em grãos, se desenvolvem lentamente sob as temperaturas de -5 a 0°C, contudo para que isso ocorra, os grãos devem apresentar teor de umidade em equilíbrio de 100% com a UR (umidade relativa).

Para a espécie *Aspergillus flavus* a infecção nos grãos pode se apresentar caso a umidade em equilíbrio se mostra em 85% com a UR, o que representaria 18% de teor de umidade nos grãos de milho a 25-30°C. O fungo é incapaz, abaixo destes valores, de contaminar os grãos. Crescem paulatinamente, em temperaturas abaixo de 10 °C, fungos, que incidem grãos em equilíbrio com 85% UR (DHINGRA, 1965).

3.3 Taxas de Oxigênio

A quantidade de oxigênio, adicionada ao teor de água é provavelmente o parâmetro químico mais importante, uma vez que afeta o crescimento e desenvolvimento da maioria dos organismos nocivos aeróbicos. Os fungos necessitam de oxigênio livre para crescerem, em razão disto, os grãos precisam ser armazenados hermeticamente ou manipulado em razão da estrutura do local de armazenamento (DI CASTRO, et al., 2015).

A armazenagem hermética de grãos, secos ou úmidos, consiste na diminuição do oxigênio presente no ecossistema de armazenamento a índices letais ou limitantes para os organismos vivos, esta redução pode ser obtida espontaneamente por meio do processo respiratório dos grãos e organismo presentes, ou forçadamente, com uso de N₂ e ou CO₂, com a supressão de O₂ por meio da exaustão de ar, ou com a queima de velas, algodão ou outro material, dentro do recipiente, onde reduz o O₂ e acumula CO₂ (ELIAS et al., 2017).

4 | MÉTODOS DE DETOXIFICAÇÃO DE MICOTOXINAS EM ALIMENTOS PARA DIETA ANIMAL

Os protozoários são os principais microrganismos responsável pela desintoxicação de micotoxinas em ruminantes (GONÇALVES et al., 2020). A intensidade da degradação de micotoxinas no rúmen, não acontece de forma permanente, e varia muito em decorrência da característica física do alimento e do tempo de permanência no pré-estomago (KHITSKA e GERARD, 2019). Como esse processo nem sempre é eficaz, metabólitos tóxicos podem ser excretados no leite (JOUANY e DIAZ, 2005). De acordo com alguns pesquisadores, o conteúdo de micotoxinas encontrados na secreção da glândula mamária de ruminantes pode variar entre 0,3% a 6,2%, da quantidade recepcionada no trato do aparelho digestivo de bovinos em lactação (CREPPY, 2002; TEKINŞEN e TEKINŞEN, 2005).

Intencionando a redução dos efeitos nocivos advindos das aflatoxinas, há essencialmente, três formas possíveis de evitá-los: a detoxificação do alimento, prevenir e/ou reduzir a propagação no alimento, e a não assimilação das micotoxinas via trato digestório dos animais (CARÃO et al., 2014). Contudo, seja qual for a forma de descontaminação utilizada, atender alguns fatores básicos: a micotoxina precisara ser destruída através da modificação em substâncias não-tóxicos; deverá erradicar os esporos e o micélio com intuito

de não de produzir novas toxinas; a ração deve manter seu valor nutricional e conservar-se palatável; os atributos físicos do alimento cru deveram permanecer inalterados ou pouco alterado, e viabilidade econômica deve ser observada (BATA e LÁSZTITY, 1999).

4.1 Irradiação

Técnica simples, que nada mais é que a submissão dos materiais a secagem por meio da exposição solar. Gowda et al. (2007) observaram a diminuição de 83,7% de aflatoxina B1 em alimentação de ovinos contaminada intencionalmente e submetidas à luz solar por 14 horas, sob temperaturas variando entre 27 e 35°C.

Trabalhos propõe que à radiação gama sob os fungos os torna mais vulneráveis, e seu aumento sob forma de micotoxina reduz após a irradiação. Experimento testando a ação da radiação gama sobre a persistência dos fungos da espécie *Aspergillus flavus* e a erradicação das aflatoxinas B1 e B2, atestou que há diminuição do número de povoamento de fungos e a eliminação parcial das toxinas sob 2 e 5kGy de radiação, assim como a erradicação total de contaminação sob 10 kGy de irradiação na cultura do milho que foi intencionalmente contaminado com umidade relativa entre 97-99% e água em atividade de 0,88-094% (AQUINO et al., 2005).

4.2 Inativação química

Métodos químicos visam degradar ou inativar as micotoxinas, por meio do uso de ácidos, bases aldeídos, agentes oxidantes e gases (NORRED, 1993). Agentes de cingimento e substâncias clorantes tem sido avaliado quanto sua eficiência de controlar micotoxinas em grãos armazenados (HE et al., 2010). No entanto, um pequeno número destes são eficientes, em não reduzir o valor nutricional ou palatabilidade da ração (KOLOSOVA e STROKA, 2011).

Sobre a diminuição do valor nutricional dos alimentos e rações submetidas a técnica de detoxificação por inativação química é registrado que se pode produzir derivados tóxicos, sendo este o principal limitador do uso da técnica na cadeia alimentar animal (KABAK et al., 2006).

No entanto, estudo realizado por Carão et al. 2014, observou que a inativação química das aflatoxinas pode ser feita por meio de compostos que induzam alterações químicas irremediáveis na molécula, e que não provoquem toxidez aos seres vivos (CARÃO et al., 2014).

A descontaminação química, requer não somente instalações adequadas, mas ainda tratamentos adicionais como limpeza e secagem dos grãos o que torna o processo caro e demorado (HE et al., 2010).

4.3 Detoxificação por meio de solventes

Na literatura, são relatados os solventes comuns para extração de micotoxina que incluem 90% de acetona 80% de isopropanol, metanol e acetonitrila (ISMAIL et al., 2018).

Metanol-acetonitrila foi utilizado como solvente de extração para lixiviar micotoxina em grãos de trigo e milho armazenados (PALLARONI et al., 2002). Contudo, a técnica de extração por solventes tem limitações, como custo elevado, requerimento de equipamentos de processamento em grande escala e poluição ambiental. E ainda, é observado que o valor nutricional e a qualidade dos grãos podem ser comprometidos durante o processo de extração (WU et al., 2021).

Vários solventes tem sido utilizados para extração e purificação de aflotoxinas em alimentos. A extração de aflotoxinas com clorofórmio apresenta bons resultados na descontaminação, especialmente em grãos de café e em rações animais, no entanto o método é muito demorado. A extração de metanol também é usada para detoxificação e aflotoxinas em nozes e cereais. Levando em consideração a extração por acetonitrila, esta é especialmente usada em frutas secas e especiarias. A presença de pequena quantidade de água associada a solvente orgânico umedece o substrato e aumenta a difusão do solvente orgânico nas amostras, resultando na extração da aflotoxina (JUBEEN et al., 2020).

Liao et al. (2015) detectaram que o método de extração por solvente de aflotoxinas em amostras de castanhas resultou em poucas modificações, as amostras de nozes moídas, foram obtidas aleatoriamente durante a 1^a, 2^a, 4^a e 12^a semanas de armazenamento, e submetidas a uma solução de água acetonitrila por agitação em 30 minutos.

4.4 Tratamento térmico

Com auxílio de calor realiza-se o tratamento térmico. A quantidade de calor utilizada é dependente do valor de contaminação primária, temperatura e período de submissão ao aquecimento, tipo aflatoxina, alimento, umidade, pH e nível nutricional do alimento, também devem ser considerados. Um fator limitador é a quantidade de umidade, grãos com elevada umidade e apresentando contaminação podem apresentar facilidade de inativação por meio do calor (RUSTO, 1997).

Inativação térmica, como fervura, aquecimento por micro-ondas e irradiação usando radiação ultravioleta foram observados para inativar micotoxinas ou reduzir seus níveis em alimentos e rações. Neste sentido foi observado a redução de micotoxina em farinha de amendoim, no entanto esta técnica é possivelmente ineficaz por si só, visto que para ocratoxinas, por exemplo, se mostra tolerante ao calor entre 80 a 121° (SUMBAL et al., 2016).

Estudo realizado utilizando o tratamento térmico observou que este é capaz de gerar reduções vantajosas na propagação de aflatoxina B1 em aveia em condições naturais, durante 30, 60, ou 90 minutos sob temperatura de 200°C e umidade maior que 80%, em condição de 2,45 GHz por 120 segundos (HWANG e LEE, 2006).

Outro tratamento térmico é a extrusão, vastamente utilizado pela indústria na produção de vários alimentos. Para erradicar ou controlar aflatoxinas, as formas de cozedura por extrusão necessitam ser severas, com elevada temperatura e cisalhamento e

adequado pH, com vista a construir um ambiente ideal no tambor.

Experimento avaliando farinhas de amendoins espontaneamente acometido por aflatoxinas e submetido a extrusão sob umidade de 35%, observou diminuição de 59% no número de aflatoxinas identificáveis por HPLC (Cromatografia Líquida de Alta Performance), com valor nutricional proteico do alimento sem perda (SAALIA e PHILLIPS, 2011).

Radiações não ionizantes como ondas magnéticas, micro-ondas, radiações ultravioletas - UV e luz visível são mecanismos conhecidos que levam a mudanças nas temperaturas causando degeneração dos compostos químicos resultando na detoxificação. A maioria dessas radiações não prejudicam os organismos vivos e são menos nocivas ao homem e aos animais. Contudo, as radiações UV são conhecidas por causar danos ao DNA, e a exposição a ele, pode acarretar algumas mutações (SAMUEL et al., 2021).

A eficiência dos sistemas de inativação térmica utilizados para a descontaminação de micotoxinas depende de vários fatores, tais como o tempo de exposição a temperatura, teor de umidade e tipo de alimento (WU et al., 2021).

4.5 Amonização

Tratamento com amônia em solução, em forma de gás ou com substâncias competentes para liberá-la, atingiu resultados satisfatórios na detoxificação de farelo de amendoim, milho e algodão (PIVA et al., 1995). Estudo avaliando as concentrações de amônia que variavam de 0,5 a 5,0% em diferentes substratos revelou haver diminuição superior a 93% dos níveis de contaminação por aflatoxina (SAMARJEEWA et al., 1990).

Outro estudo também testando a ação do hidróxido de amônia sobre milho infectado intencionalmente por *Aspergillus flavus* produtores da AFB1 E AFG1, observou-se que quando acrescentados 0,2, 0,5, 1,0, e 1,5% de NH₄OH apresentou uma diminuição de produção de 45 a 100% de AFB1 + AFG1. Contudo, o trabalho com amônia requer uma planta de armazém especial e também cuidado, visto que o gás está sujeito a combustão em misturas com ar sob volumes acima de 15%, e ainda modificações nutricionais e organolépticas podem ser observadas (PIVA et al., 1995).

Grão submetidos a amonização não apenas diminui várias micotoxinas como aflatoxinas, fumonisinas, ocratoxina a níveis imperceptíveis, mas ainda inibe o crescimento de fungos micotoxigênicos. Porém, este método não é permitido em países do continente europeu, por exemplo, especialmente em alimentos destinados para consumo humano (LUO et al., 2018).

Substância composta de glicerol e hidróxido de cálcio apresentou um poderoso efeito de desintoxicação para micotoxinas (VENTER, 2014). Outra substância composta por bicarbonato de sódio a 2% e carbonato de potássio comprovou diminuir de micotoxina em cascas de coco (AMEZQUETA et al., 2008).

Neste sentido, enquanto muitos agentes oxidantes controlam as aflatoxinas, apenas alguns são adequados para uso em alimentos ou rações. O peróxido de hidrogênio é um

exemplo de um óxido a que podem degradar a aflatoxina, mas requer permissão para ser usado em determinados processos alimentares (ISMAIL et al., 2018).

4.6 Ozonização

Método que vem demonstrando resultados promissores no controle de pragas de armazenamento e degradação de micotoxinas (AFSAH-HEJRI, HAJEB, e EHSANI, 2020; PANDISELVAM e THIRUPATHI, 2015; ISIKBER e ATHANASSIOU, 2015). Vem sendo relatado resultados eficazes na redução ou erradicação de micotoxinas, como fumonisinas, ocratoxina, aflatoxinas, zearalenona, desoxinivaleno, citrulina e patulina (AFSAH-HEJRI et al., 2020).

A ozonização possui certas propriedades sanitizantes fazendo com que as empresas de alimentos, seja atraída a utilizar este método, que apresenta caráter seguro, com alta eficiência quando comparado com os desinfetantes usuais, age em um vasto número de microrganismos. Sua ação se dá por meio do acometimento do ozônio e dos radicais OH gerados na redução do O₃ (GIORDANO, 2009).

Na detoxificação de AFB₁, são empregados produtos da ozonólise com via de degradação proposta em estudos já testados (DIAO et al., 2012; LUO et al., 2013). Testes de toxicidade vivo e *in vitro* evidenciam que os efeitos nocivos do AFB₁ apresentam potencial de serem reduzidos pelo ozônio (DIAO et al., 2013; LUO et al., 2014).

Kells et al. (2001) observaram diminuição de 63% da propagação por *Aspergillus parasiticus* em grãos de milho, depois de submetido a 50ppm de ozônio pelo período de 3 dias. Em sua pesquisa, Giordano et al. (2012) atestaram a redução da infestação fúngica e erradicação de aflatoxinas em castanha-do-Brasil expostas a ozonização (14 e 31,5mg l⁻¹) no período de 5 horas.

Segundo Sivaranjani et al. (2021) a degradação das micotoxinas depende do teor de umidade do grão, da concentração do ozônio e do tempo de exposição. Estudo utilizando o ozônio detectou, que a diminuição mais significativa dos níveis de aflatoxina, foi observada nos grãos de milho, que receberam o tratamento com 60mg/L de O₃ por um período de 480 minutos, quando comparado com os demais tratamentos. Este resultado pode ser atribuído à área de superfície de contato dos grãos de milho, que são maiores quando comparado com demais grãos, resultados semelhantes foram observados por Qi et al. (2016) quando as taxas de decomposição de zearalenona e ocratoxina elevaram, quando o teor de umidade do milho encontrava-se em 19,6%. O aumento do teor de umidade gera maior reação dos íons, aumentando a eficácia do tratamento com ozônio, estes resultados também foram confirmados em experimento realizados em grãos de amendoim por Chen et al. (2014). Contudo, o teor de umidade apresenta uma relação inversamente proporcional a degradação de AFB₁ no milho (LUO, et al., 2014), visto que, em uma situação, em que o teor de umidade dos grãos de milho encontra-se em 13,47% aumenta-se para 20,37%, as taxas de degradação de AFB₁ mostram-se reduzidas, sob as mesmas condições de

tratamento, não corroborando com resultando citado anteriormente para o controle de zearalenona e ocratoxina, onde o controle desta micotoxinas foi elevado com o aumento da umidade da massa de grãos (QI et al., 2016).

4.7 Acidificação

Ácidos orgânicos também são utilizados como químicos fungistáticos, pois impedem o desenvolvimento das colônias de fungos e, por conseguinte, o desenvolvimento de micotoxinas. O custo-benefício mais eficaz tem sido observado na utilização do ácido propiônico (AI-HILLI e SMITH, 1992).

Estudos revelam que o método de acidificação de alimentos contaminado com AFB1 tem sido relatados resultados eficazes, especialmente com o uso de ácidos cítrico, láctico, tartárico e clorídrico, porém, outros ácidos como succínico, acético, ascórbico e fórmico tiveram apenas um sucesso marginal. Esta técnica consiste em embeber alimentos contaminados com soluções ácidas por período de tempo pré-determinado. Mesmo quando realizado em temperatura ambiente poder ser observada alta degradação da AFB1 em um período de 24h ou menos (LEE et al., 2015; RUSHING e SELIM, 2018; SAFARA et al., 2010).

Além disso, a desintoxicação de AFB1 em ácido foi bem caracterizada para AFB2, que demonstrou ser muito menos tóxico que para AFB1, tornando o método uma opção promissora e vantajosa. Outra vantagem é a simplicidade deste método, dispensado a necessidade de equipamentos especializados ou habilidades específicas (RUSHING et al., 2019).

4.8 Uso de adsorventes

São usados em situações em que não há como se detoxificar os alimentos, onde seu uso impede que as toxinas sejam absorvidas pelo trato gastrointestinal dos animais, e por conseguinte reduzem as ações danosas em seus organismos. Uma forma para coibir este problema é utilizar materiais adsorventes não-nutritivos na alimentação, com intuito de diminuir sua absorção pelo trato gastrointestinal (KUBENA et al., 1990).

Atualmente, vários tipos de adsorventes COMO componentes da parede celular de levedura (TANPONG et al., 2017), polímeros sintéticos (colestiramina, polivinilpirrolidona) (AVANTAGGIATO et al., 2005), substâncias húmicas (SABATER-VILAR et al., 2007), fibras dietéticas (AOUDIA et al., 2009), minerais de argila (JIANG et al., 2012; SANTOS et al., 2011) e carvões ativados (DIAZ et al., 2002; SABATER -VILAR et al., 2007) foram amplamente estudados para a adsorção de diferentes tipos de micotoxinas.

Para resultados eficientes o método de adsorção envolve tanto força química quanto a força física, o que pode não somente diminuir efetivamente o impacto tóxico das micotoxinas, mas ainda evitar resíduos nocivos, tornando-se uma técnica amplamente aplicada, visto que proteger os animais contra as micotoxinas. Contudo, muitas toxinas podem ocorrer ao mesmo tempo nos alimentos para animais (BROGGI et al., 2007; SUN et

al., 2011; MADBOULY et al., 2012), e os efeitos nocivos de quaisquer micotoxinas podem ser grandes devido à interação sinérgica com outras micotoxinas. Conseqüentemente, escolher e desenvolver adsorventes eficazes torna-se bastante difícil (LI et al., 2018).

Outros tipos de adsorventes também foram testados nos últimos anos. Por exemplo, montmorilonitas modificadas foram recomendadas para a remoção conjunta de AFB1 e zearalenona, e polpa de beterraba para a adsorção de zearalenona (AKAR et al., 2018 WANG et al., 2019). E ainda, a utilização de diferentes tipos de polímeros demonstrou bons resultados na remoção de zearalenona em soluções aquosas e ocratoxina em vinho tinto (CARRASCO-SÁNCHEZ et al., 2018; POÓR et al., 2018).

4.8.1 Aluminossilicatos de sódio e cálcio hidratados (HSCAS)

A eficiência dos HSCAS em forma de adsorventes vem sendo confirmada por pesquisadores que observaram que o acréscimo de 2 a 5g de HSCAS kg⁻¹ de ração teve a eficiência de reduzir consideravelmente os efeitos inibidores da Aflatonina B1 sobre o desempenho zootécnico (DENLI et al., 2009).

A redução dos agravamentos nocivos em frangos igualmente, foi observada por Kubena et al. (1998), visto que o acréscimo de 0,25 e 0,375% de HSCAS a alimentação intencionalmente contaminada com 5 ou 8ppm de aflatoxinas (79% AFDB1 + 16% AFG1+4% AFG2+1% AFG1) mostrou-se capaz de otimizar o consumo da ração, ganho de peso, transformação alimentar e reduzir do número de mortes dos animais.

Pesquisadores também detectaram excelentes resultados com a utilização de HSCAS em alimentação intencionalmente contaminada com 4ppm de aflatoxina B1. O acréscimo de 1% de HSCAS agiu de forma preventiva e contribuiu com o desenvolvimento zootécnico, reduziu mudanças no peso dos órgãos e na bioquímica sérica, e ainda diminuiu a severidade das modificações histopatológicas dos rins e fígado (LEDOUX et al.,1999).

Estudo visando determinar a resposta de bezerros contra a aflatoxina B 1 (AFB1) em termos de consumo de ração, e dois diferentes adsorventes de micotoxinas, *in vitro* e *in vivo*, em 36 bezerros divididos em 4 grupos, onde o grupo A foi alimentado com AFB 1 com ração adicionada com β-glucanos e mananos oligossacarídeos (YCW), o grupo B foi alimentado com AFB 1 com aluminossilicato de cálcio e sódio hidratado (HSCAS) e o grupo C foi alimentado com AFB 1 na ração sem adição de ligantes de micotoxinas e o grupo D foi mantido como controle. Sendo a AFB 1 foi fornecida em cápsulas gelatinizadas na dose de 1,0mg/kg/animal/dia, foi observado que o consumo médio diário de ração dos bezerros tratados com AFB 1 foi significativamente reduzido, quando comparado entre os grupos. O YCW melhorou significativamente o consumo de ração dos bezerros, enquanto que HSCAS reduziu significativamente a AFB 1, e induziu alterações deletérias (NASEER, et al., 2018).

Experimento visando testar a eficácia potencial de um adsorvente de aluminossilicato de cálcio e sódio hidratado (HSCAS) modificado para reduzir a toxicidade dos efeitos de

desoxinivalenol (DON) no desempenho do crescimento e na microbiota intestinal em leitões desmamados alimentados com as dietas: controle ou dieta contendo 1,0 ou 3,0 mg / kg de DON ou 3,0 mg / kg de DON mais 0,05% de HSCAS modificado por 28 dias, observou que o ligante HSCAS modificado, pode aliviar os efeitos negativos induzidos por DON e pode ser usado como uma contramedida promissora para reduzir a toxicidade de DON (LIU, et al., 2020).

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A silagem ou ração destinados à nutrição animal podem apresentar micotoxinas em níveis aceitáveis ou não devido à infecção por fungos toxigênicos antes da colheita ou que se desenvolvem em condições inadequadas durante o armazenamento. Apesar da dúvida sobre o efeito acumulativo das micotoxinas mediante a ingestão, é fato que os seus subprodutos representam riscos à saúde humana, principalmente, porque raramente ocorre encontra-se um tipo de toxina, mas sim múltiplos compostos tóxico pelos fungos toxigênicos.

Com base no exposto, torna-se evidente e de extrema urgência que pesquisas sejam direcionadas para o controle da infecção por fungos toxigênicos, bem como, de métodos de inativação das micotoxinas em produtos agrícolas.

REFERÊNCIAS

ADEGBEYE, M. J.; REDDY, P. R. K.; CHILAKA, C. A.; BALOGUN, O. B.; ELGHANDOUR, M. M.; RIVAS-CACERES, R. R.; SALEM, A. Z. Mycotoxin toxicity and residue in animal products: Prevalence, consumer exposure and reduction strategies—A review. **Toxicon**, v. 177, p. 96-108, 2020.

AFFSAH-HEJRI, L.; HAJEB, P.; EHSANI, Reza J. Application of ozone for degradation of mycotoxins in food: A review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 19, n. 4, p. 1777-1808, 2020.

AKAR, T.; GÜRAY, T.; YILMAZER, D. T.; TUNALI AKAR, S. Biosorptive detoxification of zearalenone biotoxin by surface-modified renewable biomass: process dynamics and application. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n. 4, p. 1850-1861, 2019.

ALASSANE-KPEMBI, I.; KOLF-CLAUW, M.; GAUTHIER, T.; ABRAMI, R.; ABIOLA, F. A.; OSWALD, I. P.; PUEL, O. New insights into mycotoxin mixtures: The toxicity of low doses of Type B trichothecenes on intestinal epithelial cells is synergistic. **Toxicology and applied pharmacology**, v. 272, n. 1, p. 191-198, 2013.

AI-HILLI, A. L.; SMITH, J. E. Influence of propionic acid on growth and aflatoxin production by *Aspergillus flavus* in liquid submerged and solid substrate conditions. **Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology**, v.11, n.2, p.57-60, 1992.

ALONSO, V. A.; PEREYRA, C. M.; KELLER, L. A. M.; DALCERO, A. M.; ROSA, C. A. R.; CHIACCHIERA, S. M.; CAVAGLIERI, L. R. Fungi and mycotoxins in silage: an overview. **Journal of Applied Microbiology**, v. 115, n. 3, p. 637-643, 2013.

ALY, S. A.; ANWER, W. Effect of naturally contaminated feed with aflatoxins on performance of laying hens and the carryover of aflatoxin B1 residues in table eggs. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 8, n. 2, p. 181-186, 2009.

AMÉZQUETA, S.; GONZÁLEZ-PEÑAS, E.; DACHOUPAKAN, C.; MURILLO-ARBIZU, M.; LOPEZ DE CERAIN, A.; GUIRAUD, J. P. OTA-producing fungi isolated from stored cocoa beans. **Letters in applied microbiology**, v. 47, n. 3, p. 197-201, 2008.

ANDRADE, M. A.; LANÇAS, F. M. Estado-da-arte na análise cromatográfica de Ocratoxina A em amostras de alimentos. **Scientia Chromatographica**, v. 7, n. 1, p. 31-52, 2015.

AOUDIA, N.; TANGNI, E. K.; LARONDELLE, Y. Distribution of ochratoxin A in plasma and tissues of rats fed a naturally contaminated diet amended with micronized wheat fibres: Effectiveness of mycotoxin sequestering activity. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, n. 3, p. 871-878, 2008.

AQUINO, S.; FERREIRA, F.; RIBEIRO, D. H. B.; CORRÊA, B.; GREINER, R.; VILLAVICENCIO, A. L. C. H. Evaluation of viability of *Aspergillus fl avus* and afl atoxins degradation in irradiated sample of maize. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.36, n.4, p.352-356, 2005.

ARENHARDT, L. A. **Deteção e caracterização de fungos e micotoxinas associadas aos grãos de milho armazenados na região de Sorriso e Sinop – MT**. Cuiabá, 2015.76f. Dissertação (Ciência e Tecnologia de Alimentos) -Instituto Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2015.

AVANTAGGIATO, G.; HAVENAAR, R.; VISCONTI, A. Assessing the zearalenone-binding activity of adsorbent materials during passage through a dynamic in vitro gastrointestinal model. **Food and Chemical Toxicology**, v. 41, n. 10, p. 1283-1290, 2003.

BATA, A.; LÁSZTITY, R. Detoxification of mycotoxin contaminated food and feeds by microorganisms. **Trends in Food Science and Technology**, v.10, n.6-7, p.223-228, 1999.

BAUER, J.; GAREIS, M.; BOTT, A.; GEDEK, B. Isolation of a mycotoxin (gliotoxin) from a bovine udder infected with *Aspergillus fumigatus*. **Journal of Medical and Veterinary Mycology**, v. 27, n. 1, p. 45-50, 1989.

BEAUCHAT, L. R. Microbial stability as affected by water activity. **Cereal Food World**. n. 26, p. 345-349, 1981.

BENNET, J. W.; KLICH, M. Mycotoxins. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 16, n.3, p. 497-516, 2003.

BERTERO, A.; MORETTI, A.; SPICER, L. J.; CALONI, F. Fusarium molds and mycotoxins: Potential species-specific effects. **Toxins**, v. 10, n. 6, p. 244, 2018.

BHAT, R.; RAI, R. V.; KARIM, A. A. Mycotoxins in food and feed: present status and future concerns. **Comprehensive reviews in food science and food safety**, v. 9, n. 1, p. 57-81, 2010.

BLOUNT, W.P `Turkey "X" disease'. **Turkeys**, vol. 9, pp. 52-55, 1961.

BOEIRA, S. P.; BORGES FILHO, C.; DEL'FABBRO, L.; ROYES, L. F. F.; JESSÉ, C. R.; OLIVEIRA, M. S.; FURIAN, A. F. Possible role for glutathione-S-transferase in the oligozoospermia elicited by acute zearalenone administration in Swiss albino mice. **Toxicon**, v. 60, n. 3, p. 358-366, 2012.'

BOLANOS, A.; CARVAJAL, M. Aflatoxin M, in Pasteurized and Ultrapasteurized Milk with Different Fat Contents in Mexico. **Journal of food protection**, v. 66, n. 10, p. 1885-1892, 2003.

BOUDERGUE, C.; BUREL, C.; DRAGACCI, S.; FAVROT, M. C.; FREMY, J. M.; MASSIMI, C.; PRIGENT, P.; DEBONGNIE, P.; PUSSEIER, L.; BOUDRA, H.; MORGAVI, D.; OSWALD, I.; PEREZ, A.; AVANTAGGIATO, G. Review of mycotoxin-detoxifying agents used as feed additives: mode of action, efficacy and feed/food safety. **EFSA Supporting Publications**, v. 6, n. 9, p. 22E, 2009.

BOUDRA, H.; LE BARS, P.; LE BARS, J. Thermostability of ochratoxin A in wheat under two moisture conditions. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 61, n. 3, p. 1156-1158, 1995.

BRASIL. Agência nacional de vigilância sanitária – ANVISA. Resolução RDC nº. 7. Dispõe sobre limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 de fevereiro de 2011, Seção 1, p. 72. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvsm/saudelegis/anvisa/2011/res0007_18_02_2011_rep.html#:~:text=RESOLU%C3%87%C3%83O%20N%C2%BA%207%2C%20DE%2018,LMT\)%20para%20micotoxinas%20em%20alimentos.&text=1%C2%BA%20Fica%20aprovado%20o%20Regulamento,alimentos%2C%20nos%20termos%20desta%20Resolu%C3%A7%C3%A3o](https://bvsmms.saude.gov.br/bvsm/saudelegis/anvisa/2011/res0007_18_02_2011_rep.html#:~:text=RESOLU%C3%87%C3%83O%20N%C2%BA%207%2C%20DE%2018,LMT)%20para%20micotoxinas%20em%20alimentos.&text=1%C2%BA%20Fica%20aprovado%20o%20Regulamento,alimentos%2C%20nos%20termos%20desta%20Resolu%C3%A7%C3%A3o). Acesso em: 22 dez. 2021.

BROGGI, L. E.; PACIN, A. M.; GASPAROVIC, A.; SACCHI, C.; ROTHERMEL, A.; GALLAY, A.; RESNIK, S. Natural occurrence of aflatoxins, deoxynivalenol, fumonisins and zearalenone in maize from Entre Rios Province, Argentina. **Mycotoxin Research**, v. 23, n. 2, p. 59-64, 2007.

BROWN, D. W.; MCCORMICK, S. P.; ALEXANDER, N. J.; PROCTOR, R. H., & DESJARDINS, A. E. A genetic and biochemical approach to study trichothecene diversity in *Fusarium sporotrichioides* and *Fusarium graminearum*. **Fungal Genetics and Biology**, v. 32, n. 2, p. 121-133, 2001.

BRYDEN, W. L.; CUMMING, R. B.; BALNAVE, D. The influence of vitamin A status on the response of chickens to aflatoxin B1 and changes in liver lipid metabolism associated with aflatoxicosis. **British Journal of Nutrition**, v. 41, n. 3, p. 529-540, 1979.

BÜNZEN, S.; HAESE, D. Controle de micotoxinas na alimentação de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.3, nº 1, p.304-309, 2006.

BUTLER, W. H.; NEAL, G. E. Mode of action and human health aspects of aflatoxin carcinogenesis. **Pure Appl. Chem.**, 49, p. 1747-175, 1977.

CALAÇA, F. J. S. et al. Perception of fungi by farmers in the Cerrado. **Brazilian Journal of Biology**, vol. 82, p.1-10, 2020.

CARÃO, Á. C. D. P.; BURBARELLI, M. F. D. C.; POLYCARPO, G. D. V.; SANTOS, A. R. D.; ALBUQUERQUE, R. D.; OLIVEIRA, C. A. F. D. Métodos físicos e químicos de detoxificação de aflatoxinas e redução da contaminação fúngica na cadeia produtiva avícola. **Ciência Rural**, v. 44, p. 699-705, 2014.

CARDOSO FILHO, F. C.; CALDAS, M. L., MURATORI, M. S. C. Fungos e aflatoxinas em cereais: Uma revisão. **Revista de Ciência Veterinária e Saúde Pública**, v. 2, n. 2, p.122-130, 2015.

CARRASCO-SÁNCHEZ, V.; MARICAN, A.; VERGARA-JAQUE, A.; FOLCH-CANO, C.; COMER, J.; LAURIE, V. F. Polymeric substances for the removal of ochratoxin A from red wine followed by computational modeling of the complexes formed. **Food chemistry**, v. 265, p. 159-164, 2018.

CE. Regulamento (CE) nº 1881/2006 da Comissão de 19 de dezembro de 2006 que fixa os teores máximos de certos contaminantes presentes nos géneros alimentícios. **Jornal Oficial da União Europeia**. L 364 de 20.12.2006, p. 12.

CHEEKE, P. R.; SHULL, I. R. Tóxicos naturais em alimentos e Plantas Venenosas. **AVI Publishing Company, Westport, CT**, p. 393-476, 1985.

CHEN, R.; M, F.; LI, P. W.; ZHANG, W.; DING, X. X.; ZHANG, Q. I.; XU, B. C. Effect of ozone on aflatoxins detoxification and nutritional quality of peanuts. **Food chemistry**, v. 146, p. 284-288, 2014.

CHEN, Y.; CHENG, Y.; WEN, C.; WANG, W.; KANG, Y.; WANG, A. The protective effects of modified palygorskite on the broilers fed a purified zearalenone-contaminated diet. **Poultry Science**, v. 98, n. 9, p.3802-3810, 2019.

CHRISTENSEN, C. M., KAUFMANN, H. H., 1965. Microflora. In: **Christensen, C.M. (Ed.), Storage of Cereal Grains and their Products**. Monograph Series, vol. 5. American Association of Cereal Chemists, p. 158-192. 615.

COGAN, T.; HAWKEY, R.; HIGGIE, E.; LEE, M. R. F.; MEE, E.; PARFITT, D.; RAJ, J.; RODERICK, S.; WALKER, N.; WARD, P.; WILKINSON, J.M.; 2016. Silage and total mixed ration hygienic quality on commercial farms: implications for animal production. **Grass and Forage Science**, v. 72, n. 4, p. 601-613, 2017.

CORRÊA, B. **Micotoxinas de Interesse em Avicultura**. In: **Saúde Aviária e Doenças**. 1.ed. São Paulo: Roca, 2007.v.1.cap.29, bp.246-254.

CREPPY, E. E. Update of survey, regulation and toxic effects of mycotoxins in Europe. **Toxicology letters**, v. 127, n. 1-3, p. 19-28, 2002.

D'MELLO, J. P. F.; PLACINTA, C. M.; MACDONALD, A.M.C. Fusarium mycotoxins: a review of global implications for animal health, welfare and productivity. **Animal Feed Science Technology**, v. 80, p. 183-205, 1999.

DALL'ASTA, C.; FALAVIGNA, C.; GALAVERNA, G.; DOSSENA, A.; MARCHELLI, R. In vitro digestion assay for determination of hidden fumonisins in maize. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 22, p. 12042-12047, 2010.

DELL'ORTO, V.; BALDI, G.; CHELI, F. Mycotoxins in silage: Checkpoints for effective management and control. **World Mycotoxin Journal**, v. 8, n. 5, p. 603-617, 2015.

DENLI, M.; BLANDON, J. C.; GUYNOT, M. E.; SALADO, S.; PEREZ, J. F. Effects of a dietary AflaDetox on performance, serum biochemistry, histopathological changes, and aflatoxin residues in broilers exposed to aflatoxin B1. **Poultry Science**, v.88, n.7, p. 1444- 1451, 2009.

DEVREESE, M.; ANTONISSEN, G.; BROEKAERT, N.; BAERE, S.; VANHAECKE, L.; BACKER, P.; CROUBELS, S. Comparative toxicokinetics, absolute oral bioavailability and biotransformation of zearalenone in different poultry species. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, n. 20, p. 5092-5098, 2015.

DHINGRA, O. O. Prejuízos Causados por Microorganismos durante o armazenamento de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 7, no 1, p. 139-146, 1985.

DI CASTRO, I. C.; OLIVEIRA, H. F. D.; MELLO, H. H. D. C.; MASCARENHAS, A. G. Micotoxinas na produção de suínos. **Revista portuguesa de ciências veterinárias**, Goiânia, v. 110, p. 6-13, 2015.

DIAO, E.; HOU, H.; CHEN, B.; SHAN, C.; DONG, H. Ozonolysis efficiency and safety evaluation of aflatoxin B1 in peanuts. **Food and Chemical Toxicology**, v. 55, p. 519-525, 2013.

DIAO, E.; SHAN, C.; HOU, H.; WANG, S.; LI, M.; DONG, H. Structures of the ozonolysis products and ozonolysis pathway of aflatoxin B1 in acetonitrile solution. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 60, n. 36, p. 9364-9370, 2012.

DIAZ, D. E.; HAGLER JR, W. M.; HOPKINS, B. A.; WHITLOW, L. W. Aflatoxin binders I. vitro binding assay for aflatoxin B1 by several potential sequestering agents. **Mycopathologia**, v. 156, p. 223-226, 2002.

DIAZ, D. E.; HAGLER, W. M., BLACKWELDER, J. T., EVE, J. A., HOPKINS, B. A., ANDERSON, K. L., WHITLOW, L. W. Aflatoxin binders II: Reduction of aflatoxin M1 in milk by sequestering agents of cows consuming aflatoxin in feed. **Mycopathologia**, v. 157, n. 2, p. 233-241, 2004.

DIAZ, G. J.; ESPITIA, E. Occurrence of aflatoxin M1 in retail milk samples from Bogota, Colombia. **Food additives and contaminants**, v. 23, n. 8, p. 811-815, 2006.

DINIZ, G. F. D. **Seleção e caracterização de agentes para o biocontrole de *Fusarium verticillioides* na cultura do milho**. 2018. 70p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias, na área de concentração em Produção Vegetal) - Universidade Federal de São João del-Rei, Sete Lagoas, 2018.

DRIEHUIS, F.; SPANJER, M. C., SCHOLTEN, J. M., & TE GIFFEL, M. C. Occurrence of mycotoxins in maize, grass and wheat silage for dairy cattle in the Netherlands. **Food Additives and Contaminants**, v. 1, n. 1, p. 41-50, 2008.

DUARTE, S. C.; LINO, C. M.; PENA, A. Mycotoxin food and feed regulation and the specific case of ochratoxin A: a review of the worldwide status. **Food Additives and Contaminants**, v. 27, n. 10, p. 1440-1450, 2010.

EFSA PANEL ON CONTAMINANTS IN THE FOOD CHAIN (CONTAM). Scientific Opinion on the risks for animal and public health related to the presence of T-2 and HT-2 toxin in food and feed. **EFSA Journal**, v. 9, n. 12, p. 2481, 2011.

ELIAS, M. C., OLIVEIRA, M., VANIER, N. L., & FERREIRA, C. **Tecnologias de pré-armazenamento, armazenamento e conservação de grãos**. Pelotas: UFPel, 2017.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA). Opinion of the Scientific Panel on contaminants in the food chain [CONTAM] related to ochratoxin A in food. **EFSA journal**, v. 4, n. 6, p. 365, 2006.

EVALDT, N.; ALVES DA SILVA, I.; RIBEIRO H. G.; RODRIGUES S. M.; SERGIO S. D. J. R. Crescimento de fungos em alimentos orgânicos e industrializados. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 11, n. 2, 2020.

FARONI, D.R.L. **Fatores que influenciam a qualidade dos grãos armazenados**, 1998. p. 1-15.

FINK-GREMMELS, J. The role of mycotoxins in the health and performance of dairy cows. **The Veterinary Journal**, v. 176, n. 1, p. 84-92, 2008.

FONSECA, H. 2008. **Micotoxinas e problemas associados versus qualidade fungos**.2008. In: Scussel, V. M. (ed.) Atualidades em micotoxinas e armazenagem de grãos. Florianópolis, Santa Catarina.

GAGNÉ, F. Oxidative Stress, **Biochemical Ecotoxicology**. 2014.

GALLO, A.; GIUBERTI, G.; FRISVAD, J.C.; BERTUZZI, T.; NIELSEN, K.F. Review on mycotoxin issues in ruminants: Occurrence in forages, effects of mycotoxin ingestion on health status and animal performance and practical strategies to counteract their negative effects. **Toxins**, v. 7, n. 8, p. 3057-3111, 2015.

GAREIS, M.; WERNERY, U. Determination of gliotoxin in samples associated with cases of intoxication in camels. **Mycotoxin research**, v. 10, n. 1, p. 2-8, 1994.

GARON, D.; RICHARD, E.; SAGE, L.; BOUCHART, V.; POTTIER, D.; LEBAILLY, P. Mycoflora and multimycotoxin detection in maize silage: experimental study. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 54, n. 9, p. 3479-3484, 2006.

GIL-SERNA, J.; VÁZQUEZ, C.; GONZÁLEZ-JAÉN, M. T.; PATIÑO, B. Wine contamination with ochratoxins: A review. **Beverages**, v. 4, n. 1, p. 6, 2018.

GIORDANO, B.N.E. **Efeito do ozônio sobre a micoflora e aflatoxinas durante a armazenagem de castanha-do-Brasil com casca (Bertholletia excelsa H.B.K)**. 2009. 193f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Centro de Ciências Agrárias/Universidade Federal de Santa Catarina, SC.

GIORNI, P.; BERTUZZI, T.; BATTILANI, P. Impact of fungi co-occurrence on mycotoxin contamination in maize during the growing season. **Frontiers in microbiology**, v. 10, p. 1265, 2019.

GIUBERTI, G.; GALLO, A.; MASOERO, F.; FERRARETTO, L.F.; HOFFMAN, P.C.; SHAVER, R.D. Factors affecting starch utilization in large animal food production system: A review. **Starch-Stärke**, v. 66, n. 1-2, pág. 72-90, 2014.

GOES, R. H. T. B.; SILVA, L. H. X.; SOUZA, K. A. Alimentos e Alimentação animal. Disponível em: <https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/3074/1/alimentos-e-alimentacao-animal.pdf>. Acesso em 23 nov. 2021.

GONÇALVES, B. L.; ULIANA, R. D.; COPPA, C. F. S. C.; LEE, S. H. I.; KAMIMURA, E. S.; OLIVEIRA, C. A. F.; CORASSIN, C. H. Aflatoxin M1: biological decontamination methods in milk and cheese. **Food Science and Technology**, 2020.

GONÇALVES, B. L.; CORASSIN, C. H.; OLIVEIRA, C. A. F. Mycotoxicoses in dairy cattle: a review. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 10, p. 752-760, 2015.

GORDON, K. E.; MASOTTI, R. E.; WADDELL, W. R. Tremorgenic encephalopathy: a role of mycotoxins in the production of CNS disease in humans?. **Canadian journal of neurological sciences**, v. 20, n. 3, p. 237-239, 1993.

GOWDA, N. K. S. et al. Efficacy of heat treatment and sun drying of aflatoxin-contaminated feed for reducing the harmful biological effects in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v. 133, n. 1-2, p. 167-175, 2007.

GRENIER, BERTRAND; APPLGATE, TODD J. Modulation of intestinal functions following mycotoxin ingestion: Meta-analysis of published experiments in animals. **Toxins**, v. 5, n. 2, p. 396-430, 2013.

GRUBER-DORNINGER, C.; JENKINS, T.; SCHATZMAYR, G. Global mycotoxin occurrence in feed: A ten-year survey. **Toxins**, v. 11, n. 7, p. 375, 2019.

GUENGERICH, F. P.; OHNSON, W. W.; SHIMADA, T.; UENG, Y.; YAMAZAKI, H.; LANGOUET, S. Activation and detoxication of aflatoxin B1. **Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis**, v. 402, n. 1-2, p. 121-128, 1998.

HAQUE, M. A.; WANG, Y.; SHEN, Z.; LI, X.; SALEEMI, M. K.; HE, C. Mycotoxin contamination and control strategy in human, domestic animal and poultry: A review. **Microbial pathogenesis**, v. 142, p. 104095, 2020.

HE, J.; ZHOU, T.; YOUNG, J. C.; BOLAND, G. J.; SCOTT, P. M. Chemical and biological transformations for detoxification of trichothecene mycotoxins in human and animal food chains: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 21, n. 2, p. 67-76, 2010.

HOPE, J.; HOPE, B. E. A Review of the Diagnosis and Treatment of Ochratoxin A Inhalational Exposure Associated with Human Illness and Kidney Disease including Focal Segmental Glomerulosclerosis. **Journal of Environmental and Public Health**, v. 2012, p. 1-10, 2012.

HORT, V.; NICOLAS, M.; MINVIELLE, B.; MALEIX, C.; DESBOURDES, C.; HOMMET, F.; GUERIN, T. Ochratoxin A determination in swine muscle and liver from French conventional or organic farming production systems. **Journal of Chromatography B**, v. 1092, p. 131-137, 2018.

HUSSEIN, S.H.; BRASELL, J. M. Toxicity, metabolism, and impact of mycotoxins on humans and animals. **Toxicology**, v. 167, n. 2, p. 101-134, 2001.

HWANG, J. H.; LEE, K. G. Reduction of aflatoxin B1 contamination on wheat by various cooking treatments. **Food Chemistry**, v.98, n.1, p.71- 75, 2006.

IAMANAKA, B. T.; OLIVEIRA, I. S.; TANIWAKI, M. H. Micotoxinas em alimentos. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, vol. 7, p.138-161, 2010.

IMRAN, M.; CAO, S.; WAN, S. F.; CHEN, Z.; SALEEMI, M. K.; WANG, N.; MUNAWAR, J. Mycotoxins—a global one health concern: A review. **Agrobiological records**, v. 2, p. 1-16, 2020.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC). IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans: Chemical Agents and Related Occupations. A Review of Humans Carcinogens, vol 100F. **IARC**. Lyon (France), pp. 225-244, 2012.

IONGH, H.; BEERTHUIS, R. K.; VLES, R. O.; BARRETT, C. B.; ORD, W. O. Investigation of the factor in groundnut meal responsible for "turkey X disease". **Biochimica et biophysica acta**, v. 65, p. 548-551, 1962.

ISIKBER, A.; ATHANASSIOU, C. G. The use of ozone gas for the control of insects and microorganisms in stored products. **Journal of Stored Products Research**, v. 64, p. 139-145, 2015.

ISMAIL, A.; GONÇALVES, B. L.; de NEEFF, D. V.; PONZILACQUA, B.; COPPA, C. F.; HINTZSCHE, H.; OLIVEIRA, C. A. Aflatoxin in foodstuffs: Occurrence and recent advances in decontamination. **Food Research International**, v. 113, p. 74-85, 2018.

JAGER, A. V.; TEDESCO, M. P.; SOUTO, P. C. M. C.; OLIVEIRA, C. A. F. Assessment of aflatoxin intake in São Paulo, Brazil. **Food Control**, v. 33, n. 1, p. 87-92, 2013.

JIANG, S. Z.; YANG, Z. B.; YANG, W. R.; WANG, S. J.; LIU, F. X.; JOHNSTON, L. A.; WANG, Y. Effect of purified zearalenone with or without modified montmorillonite on nutrient availability, genital organs and serum hormones in post-weaning piglets. **Livestock Science**, v. 144, n. 1-2, p. 110-118, 2012.

JOUANY, J. P.; Diaz, D. E. Effects of mycotoxins in ruminants. **The mycotoxin blue book**, p. 295-321, 2005.

JUBEEN, F.; SHER, F.; HAZAFA, A.; ZAFAR, F.; AMEEN, M.; RASHEED, T. Evaluation and detoxification of aflatoxins in ground and tree nuts using food grade organic acids. **Biocatalysis and agricultural biotechnology**, v. 29, p. 101749, 2020.

KABAK, B.; DOBSON, A. D. W.; VAR, I. Strategies to prevent mycotoxin contamination of food and animal feed: a review. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 46, n. 8, p. 593-619, 2006.

KAMEI, K.; WATANABE, A. Aspergillus mycotoxins and their effect on the host. **Medical mycology**, v. 43, n. Supplement_1, p. S95-S99, 2005.

KAMIKA, I.; NGBOLUA, K. N.; TEKERE, M. Occurrence of aflatoxin contamination in maize throughout the supply chain in the Democratic Republic of Congo. **Food Control**, v. 69, p. 292-296, 2016.

KELLER, L. A. M.; GONZÁLEZ PEREYRA, M. L.; KELLER, K. M.; ALONSO, V. A.; OLIVEIRA, A. A.; ALMEIDA, T. X.; BARBOSA, T. S.; NUNES, L. M. T.; CAVAGLIERI, L. R.; ROSA, C. A. R. Fungal and mycotoxins contamination in corn silage: Monitoring risk before and after fermentation. **Journal of Stored Products Research**, v. 52, p. 42-47, 2013.

KELLS, S. A.; MASON, L. J.; MAIER, D. E.; WOLOSHUK, C. P. Efficacy and fumigation characteristics of ozone in stored maize. **Journal of Stored Products Research**, v.37, n.4, p.371-382, 2001.

KHARAYAT, B. S.; SINGH, Y. Mycotoxins in foods: mycotoxicoses, detection, and management. In: **Microbial contamination and food degradation**. Academic Press, 2018. p. 395-421.

KHATOON, A.; KHAN, M. Z.; ABIDIN, Z. U.; BHATTI, S. A. Effects of feeding bentonite clay upon ochratoxin A–induced immunosuppression in broiler chicks. **Food Additives & Contaminants: Part A**, v. 35, n. 3, p. 538-545, 2018.

KHITSKA, O.; GERARD, R. International and national legislation to control mictoxins in food. **Науковий вісник ветеринарної медицини**, n. 1, p. 30-40, 2019.

KLICH, M. A. Aspergillus flavus: The major producer of aflatoxin. **Molecular Plant Pathology**. v.8, n. 6, p. 713–722. 2007.

KOLOSOVA, A.; STROKA, J. Substances for reduction of the contamination of feed by mycotoxins: A review. **World Mycotoxin Journal**, v. 4, n. 3, p. 225-256, 2011.

KOSICKI, R.; BŁAJET-KOSICKA, A.; GRAJEWSKI, J.; TWARUŻEK, M. Multiannual mycotoxin survey in feed materials and feedingstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 215, p. 165-180, 2016.

KROGH, P., HALD, B., PEDERSEN, E.J. Occurrence of ochratoxin A and citrinin in cereals associated with mycotoxic porcine nephropathy. **Acta Pathologica Microbiologica Scandinavica Section B Microbiology and Immunology**, v. 81, n. 6, p. 689-695, 1973.

KUBENA, L. F.; HARVEY, R. B.; PHILLIPS, T. D.; CORRIER, D. E.; HUFF, W. E. Diminution of aflatoxicosis in growing chickens by the dietary addition of a hydrated sodium calcium aluminosilicate. **Poultry Science**, v.69, p.727-735, 1990.

LATORRE, A.; DAGNAC, T.; LORENZO, B. F.; LLOMPART, M. Occurrence and stability of masked fumonisins in corn silage samples. **Food chemistry**, v. 189, p. 38-44, 2015.

LAZZARI, F. A. **Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações**. 2. ed. Curitiba, p. 148, 1997.

LEDOUX, D. R.; ROTTINGHAUS, G. E.; BERMUDEZ, A. J.; ALONSO-DEBOLT, M. Efficacy of a hydrated sodium calcium aluminosilicate to ameliorate the toxic effects of aflatoxin in broilers chicks. **Poultry Science**, v.78, n.2, p.204-210, 1999.

LEE, J.; HER, J.; LEE, K. Reduction of aflatoxins (B1, B2, G1, and G2) in soybean-based model systems. **Food Chemistry**, v. 189, p. 45-51, 2015.

LEESON, S.; DIAZ, G. J.; SUMMERS, J.D. **Metabolic Disorders and Mycotoxins**. University Books. Guelph, Ontario, Canada. p.352, 1995.

LI, Y.; TIAN, G.; DONG, G.; BAI, S.; HAN, X.; LIANG, J.; ZHANG, H. Research progress on the raw and modified montmorillonites as adsorbents for mycotoxins: A review. **Applied Clay Science**, v. 163, p. 299-311, 2018.

LINS, J. L. F.; SILVA, J. M.; CARVALHO, S.; SANTOS, L. M. Ocorrência de fungos de campo e armazenamento em ingredientes e rações para suínos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.9, n.2, p. 14-20, 2014.

LIU, M.; ZHANG, L.; CHU, X. H.; MA, R.; WANG, Y. W.; LIU, Q.; SUN, L. H. Effects of deoxynivalenol on the porcine growth performance and intestinal microbiota and potential remediation by a modified HSCAS binder. **Food and Chemical Toxicology**, v. 141, p. 111373, 2020.

LOPES, P. R. S.; NETO, J. R.; MALLMANN, C. A.; LAZZARI, R.; PEDRON, F. A.; VEIVERBERG, C. A. Crescimento e alterações no fígado e na carcaça de alevinos de jundiá alimentados com dietas com aflatoxinas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.10, out. 2005.

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; HENNING F. A. **Manejo Integrado de Pragas de Grãos e Sementes Armazenadas**. Brasília: Embrapa Soja, 2015. 81p.

LUO, X.; WANG, R.; WANG, L.; LI, Y.; BIAN, Y.; CHEN, Z. Effect of ozone treatment on aflatoxin B1 and safety evaluation of ozonized corn. **Food Control**, v. 37, p. 171-176, 2014.

LUO, X.; WANG, R.; WANG, L.; WANG, Y.; CHEN, Z. Structure elucidation and toxicity analyses of the degradation products of aflatoxin B1 by aqueous ozone. **Food Control**, v. 31, n. 2, p. 331-336, 2013.

MADBOULY, A. K.; IBRAHIM, M. I.; SEHAB, A. F.; ABDEL-WAHHAB, M. A. Co-occurrence of mycoflora, aflatoxins and fumonisins in maize and rice seeds from markets of different districts in Cairo, Egypt. **Food Additives and Contaminants: Part B**, v. 5, n. 2, p. 112-120, 2012.

MAGALHÃES, L. S.; SOLA, M. C. Identificação de aflatoxinas no leite e produtos lácteos: Revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e50510817586-e50510817586, 2021.

MALEKINEJAD, H.; MAAS-BAKKER, R.; FINK-GREMMELS, J. Species differences in the hepatic biotransformation of zearalenone. **The Veterinary Journal**, v. 172, n. 1, p. 96-102, 2006.

MALIR, F.; OSTRY, V.; PFOHL-LESZKOWICZ et al. Ochratoxin A: 50 years of research. **Toxins**, v. 8, n. 7, p. 191, 2016.

MALLY, A.; SOLFRIZZO, M.; DEGEN, G. H. Biomonitoring of the mycotoxin Zearalenone: current state-of-the art and application to human exposure assessment. **Archives of Toxicology**, v. 90, n.6, p. 1281-1292, 2016.

MARIN, D. E.; PISTOL, G. C.; GRAS, M. A.; PALADE, M. L.; TARANU, I. Comparative effect of ochratoxin A on inflammation and oxidative stress parameters in gut and kidney of piglets. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 89, p. 224-231, 2017.

MATRELLA, R.; MONACI, L.; MILILLO, M. A.; PALMISANO, F.; TANTILLO, M. G. Ochratoxin A determination in paired kidneys and muscle samples from swines slaughtered in southern Italy. **Food control**, v. 17, n. 2, p. 114-117, 2006.

MAZIERO M. T.; BERSOT L. S. Micotoxinas em alimentos produzidos no Brasil. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, n.1, p.89-99, 2010.

MELO, M. M.; NASCIMENTO, E. F.; OLIVEIRA, N. J. F. Intoxicação de bovinos por aflatoxina B1 presente em polpa cítrica: relato de um surto. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 51, n. 6, p. 555-558, 1999.

MINERVINI, F.; DELL'AQUILA, M. E. Zearalenone and reproductive function in farm animals. **International journal of molecular sciences**, v. 9, n. 12, p. 2570-2584, 2008.

MOHAMMADI, H. A review of aflatoxin M1, milk, and milk products. **Aflatoxins-Biochemistry and Molecular Biology; InTech: Houston, TX, USA**, p. 397-414, 2011.

MUNKVOLD, G. P. Cultural and genetic approaches to managing mycotoxins in maize. **Annual review of phytopathology**, v. 41, n. 1, p. 99-116, 2003.

MUNKVOLD, G. P.; MCGEE, D. C.; CARLTON, W. M. Importance of different pathways for maize kernel infection by *Fusarium moniliforme*. **Phytopathology**, v. 87, n. 2, p. 209-217, 1997.

MURPHY, P.; HENDRICH, S.; LANDGREN, C.; BRYANT, C. Food mycotoxins : an update. **Journal of food science**, v. 71, n. 5, p. R51-R65, 2006.

NASEER, O.; KHAN, J. A.; KHAN, M. S.; OMER, M. O.; AVAIS, M.; SOHAIL, M. L.; SHAHID, M. Efficacy of β -glucans and manna oligosaccharides (Yeast Cell Wall) and hydrated sodium calcium aluminosilicate (HSCAS) in preventing aflatoxicosis in bovine calves. **Indian Journal of Animal Research**, v. 52, n. 6, p. 887-892, 2018.

NIDERKORN, V.; MORGAVI, D.P.; PUJOS, E.; TISSANDIER, A.; BOUDRA, H. Screening of fermentative bacteria for their ability to bind and biotransform deoxynivalenol, zearalenone and fumonisins in an *in vitro* simulated corn silage model. **Food Additives and contaminants**, v. 24, n. 4, p. 406-415, 2007.

NOGUEIRA, S.; OLIVEIRA, M. B. B. P. Prevalência de ocratoxina A em alimentos e consequentes problemas de segurança alimentar. **Revista da Sociedade Portuguesa de Ciências da Nutrição e Alimentação**, v. 12, n. 2, p. 69-75, 2006.

OGBUEWU, I. P. Effects of mycotoxins in animal nutrition: a review. **Asian J Anim Sci**, v. 5, p. 1933-International, 2011.

OGUNADE, I. M.; MARTINEZ-TUPPIA, C.; QUEIROZ, O. C. M.; JIANG, Y.; DROUIN, P.; WU, F.; ADESOGAN, A. T. Silage review: Mycotoxins in silage: Occurrence, effects, prevention, and mitigation. **Journal of dairy science**, v. 101, n. 5, p. 4034-4059, 2018.

OKABE, I.; HIRAOKA, H.; MIKI, K. Influence of harvest time on fumonisin contamination of forage maize for whole-crop silage. **Mycoscience**, v. 56, n. 5, p. 470-475, 2015.

OLSEN, M.; PETTERSSON, H.; KIESSLING, K.-H. Reduction of zearalenone to zearalenol in female rat liver by 3 α -hydroxysteroid dehydrogenase. **Acta pharmacologica et toxicologica**, v. 48, n. 2, p. 157-161, 1981.

PÁDUA, I. P. M.; SILVEIRA I. A.; MARTINS, C. E. C. B. Aflatoxinas e risco de contaminação do leite humano. **Pro Homine**, v. 1, n. 1, 2002.

PALLARONI, L.; BJÖRKLUND, E.; VON HOLST, C. Alternative extraction methods for Zearalenone: Microwave Assisted Extraction and Accelerated Solvent Extraction. **Mycotoxin research**, v. 18, n. 1, p. 74-77, 2002.

PENA, G. A.; MONGE, M. D. P., LANDA, M. F., DALCERO, A. M., ROSA, C. A. D. R., & CAVAGLIERI, L. R. Growth and gliotoxin production by feed-borne *Aspergillus fumigatus* sensu stricto strains under different interacting environmental conditions. **World Mycotoxin Journal**, v. 8, n. 1, p. 75-85, 2015.

PEREIRA, C. E.; TYSKA, D.; MARTINS, A.C.; BUTZEN, F.M.; MALLMANN, A.O. Peso específico do milho e sua relação com ergosterol, micotoxinas e energia. **Revista Ciências da Vida**, v. 28, p. 186-188, 2008.

PEREYRA, C. M.; ALONSO, V. A.; ROSA, C. A. R.; CHIACCHIERA, S. M.; DALCERO, A. M.; CAVAGLIERI, R. R. Gliotoxin natural incidence and toxigenicity of *Aspergillus fumigatus* isolated from maize silage and ready dairy cattle feed. **World Mycotoxin Journal**, v. 1, n. 4, p. 457-462, 2008.

PÉRICAS, B. R. et al. Fungos causadores de micotoxicoses em suínos: revisão de literatura. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 19, n. 1, 2021.

PESTKA, J. J. Deoxynivalenol: Toxicity, mechanisms and animal health risks. **Animal feed science and technology**, v. 137, n. 3-4, p. 283-298, 2007.

PFLIEGLER, W. P.; PÓCSI, I., GYÓRI, Z., & PUSZTAHELYI, T. The Aspergilli and their mycotoxins: Metabolic interactions with plants and the soil biota. **Frontiers in microbiology**, v. 10, p. 2921, 2020.

PICOT, A.; HOURCADE-MARCOLLA, D.; BARREAU, C.; PINSON-GADAI, L.; CARON, D.; RICHARD-FORGET, F.; LANNOU, C. Interactions between *Fusarium verticillioides* and *Fusarium graminearum* in maize ears and consequences for fungal development and mycotoxin accumulation. **Plant Pathology**, v. 61, n. 1, p. 140-151, 2012.

PIVA, G.; GALVANO, F.; PIETRI, A.; PIVA, A. P. A. R. D. Detoxification methods of aflatoxins: a review. **Nutrition Research**, v.15, n.5, p.767-776, 1995.

PLACINTA, C. M.; D'MELLO, J. P. F. Macdeoxynivalenolald. A review of worldwide contamination of cereal grains and animal feed with *Fusarium* mycotoxins. **Animal feed science and technology**, v. 78, n. 1-2, p. 21-37, 1999.

POÓR, M.; FAISAL, Z.; ZAND, A.; BENCSIK, T.; LEMLI, B.; KUNSÁGI-MÁTÉ, S.; SZENTE, L. Removal of zearalenone and zearalenols from aqueous solutions using insoluble beta-cyclodextrin bead polymer. **Toxins**, v. 10, n. 6, p. 216, 2018.

POPESCU, R. G.; AVRAMESCU, S.; MARIN, D. E.; ȚĂRANU, I.; GEORGESCU, S. E.; DINISCHIOTU, A. The Reduction of the Combined Effects of Aflatoxin and Ochratoxin A in Piglet Livers and Kidneys by Dietary Antioxidants. **Toxins**, v. 13, n. 9, p. 648, 2021.

POZZI, C. R.; ARCARO, J. R. P.; JUNIOR, I. A.; FAGUNDES, H.; CORRÊA, B. Aspectos Relacionados à Ocorrência E Mecanismo de Ação de Fumonisinas. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.5, set./out. 2002.

PRADO, G.; OLIVEIRA, M. S.; PEREIRA, M. L.; ABRANTES, F. M.; SANTOS, L. G.; VELOSO, T. Aflatoxin M1 in samples of "minas" cheese commercialized in the city of Belo Horizonte-Minas Gerais/Brazil. **Food Science and Technology**, v. 20, p. 398-400, 2000.

PRESTES, I. D.; ROCHA, L. NUÑEZ, K. V.; SILVA, N. C. Principais fungos e micotoxinas em grãos de milho e suas consequências. **Scientia Agropecuaria**, v. 10, n. 4, p. 559-570, 2019.

QI, L.; LI, Y.; LUO, X.; WANG, R.; ZHENG, R.; WANG, L.; CHEN, Z. Detoxification of zearalenone and ochratoxin A by ozone and quality evaluation of ozonised corn. **Food Additives & Contaminants: Part A**, v. 33, n. 11, p. 1700-1710, 2016.

QUEVEDO-GARZA, P. A.; AMADOR-ESPEJO, G. G.; SALAS-GARCÍA, R.; RAMOS-PEÑA, E. G.; TRUJILLO, A. J. Aflatoxin M1 determination in infant formulae distributed in Monterrey, Mexico. **Toxins**, v. 12, n. 2, p. 100, 2020.

RÁDULY, Z.; SZABÓ, L.; MADAR, A.; PÓCSI, I.; CSERNOCH, L. Toxicological and medical aspects of *Aspergillus*-derived mycotoxins entering the feed and food chain. **Frontiers in microbiology**, v. 10, p. 2908, 2020.

RAMOS, J. J.; FERNÁNDEZ, A.; SAEZ, T.; SANZ, M. C.; MARCA, M. C. Effect of aflatoxicosis on blood mineral constituents of growing lambs. **Small Ruminant Research**, v. 21, n. 3, p. 233-238, 1996.

REEVES, E. P.; MESSINA, C. G. M.; DOYLE, S.; KAVANAGH, K. Correlation between gliotoxin production and virulence of *Aspergillus fumigatus* in *Galleria mellonella*. **Mycopathologia**, v. 158, n. 1, p. 73-79, 2004.

RHEEDER, J. P.; MARASAS, W. F. O.; VISMER, H. F. Production of fumonisin analogs by *Fusarium* species. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 68, p. 2101-2105, 2002.

RICHARD, E.; HEUTTE, N.; BOUCHART, V.; GARON, D. Evaluation of fungal contamination and mycotoxin production in maize silage. **Animal Feed Science and Technology**, v. 148, n. 2-4, p. 309-320, 2009.

- RICHARD, J. L. 'Mycotoxins – an overview', In 'Guide to mycotoxins featuring mycotoxin risk management in animal production'. (Ed. EM Binder) pp. 1–47. (**Anytime Publishing Services: Leicestershire**, UK), 2012.
- RICHARD, J. L. Mycotoxins, toxicity and metabolism in animals: a systems approach overview. **Mycotoxins and Phytotoxins—Developments in Chemistry, Toxicology and Food Safety** (van Egmond H, Brera C, Gilbert J, eds). **Fort Collins, CO: Alaken, Inc**, p. 363-397, 1998.
- RICHARD, J. L. Some major mycotoxins and their mycotoxins—An overview. **International journal of food microbiology**, v. 119, n. 1-2, p. 3-10, 2007.
- RICHARD, J. L.; DEBEY, M. C.; CHERMETTE, R.; PIER, A. C.; HASEGAWA, A.; LUND, A.; CONNOLE, M. D. Advances in veterinary mycology. **Journal of medical and veterinary mycology**, v. 32, n. sup1, p. 169-187, 1994.
- RICHARD, J. L.; MEERDINK, G. A. V. I. N.; MARAGOS, C. M.; TUMBLESÓN, M. I. K. E.; BORDSON, G. A. R. Y.; RICE, L. G.; ROSS, P. F. Absence of detectable fumonisins in the milk of cows fed *Fusarium proliferatum* (Matsushima) Nirenberg culture material. **Mycopathologia**, v. 133, n. 2, p. 123-126, 1996.
- RICHARD, J. L.; PAYNE, G. A.; AMES, I. A. Mycotoxins: risks in plant, animal, and human systems. **Council for Agricultural Science and Technology**, CAST. 2003.
- RICHARD, J. L.; BRAY, G. A.; RYAN, D. H. Mycotoxins as immunomodulators in animal systems. **Mycotoxins, cancer and health. Pennington Centre Nutrition Series**, v. 1, p. 196-220, 1991.
- RILEY, Ronald T.; MERRILL, Alfred H. Ceramide synthase inhibition by fumonisins: a perfect storm of perturbed sphingolipid metabolism, signaling, and disease [S]. **Journal of lipid research**, v. 60, n. 7, p. 1183-1189, 2019.
- RINGOT, D.; CHANGO, A.; SCHNEIDER, Y.J.; LARONDELLE, Y. **Toxicokinetics and toxicodynamics of ochratoxin A, an update**. *Chemico – Biological Interactions*, 59-1: 18-46, 2006.
- ROBENS, J. F.; RICHARD, J. L. Aflatoxins in animal and human health. **Reviews of environmental contamination and toxicology**, p. 69-94, 1992.
- ROCHA M. E. B.; FREIRE F. C. O.; MAIA, F. E. F.; GUEDES, M. I. F.; RONDINA, D. Mycotoxins and their effects on human and animal health. **Food Control**, v. 36, n. 1, p. 159-165, 2014.
- ROCHA, M. P.; TAVEIRA, J. H. S.; PRADO, S. M. ATAÍDE, M. V. Sistema de armazenamento e incidência dos principais fungos produtores de micotoxinas em grãos. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 50176-50193, 2020.
- RODRÍGUEZ-BLANCO, M.; RAMOS, A. J.; SANCHIS, V.; MARÍN, S. Mycotoxins occurrence and fungal populations in different types of silages for dairy cows in Spain. **Fungal Biology**, v. 125, n. 2, p. 103-114, 2021.
- RUSHING, B. R.; SELIM, M. I. Aflatoxin B1: A Review of Metabolism, Toxicity, Occurrence in Food, Occupational Exposure, and Detoxification Methods. **Food and chemical toxicology**, v. 124, p. 81-100, 2018.

- RUSHING, BLAKE R.; SELIM, MUSTAFA I. Aflatoxin B1: A review on metabolism, toxicity, occurrence in food, occupational exposure, and detoxification methods. **Food and chemical toxicology**, v. 124, p. 81-100, 2019.
- RUSTOM, I.Y.S. Aflatoxin in food and feed: occurrence, legislation and inactivation by physical methods. **Food Chemistry**, v.59, n.1, p.57-67, 1997.
- SAALIA, F.K.; PHILLIPS, R.D. Degradation of aflatoxins by extrusion cooking: effects on nutritional quality of extrudates. **LWT – Food Science and Technology**, v.44, n.6, p.1496-501, 2011.
- SABATER-VILAR, M.; MALEKINEJAD, H.; SELMAN, M. H. J.; VAN DER DOELEN, M. A. M.; FINK-GREMMELS, J. In vitro assessment of adsorbents aiming to prevent deoxynivalenol and zearalenone mycotoxins. **Mycopathologia**, v. 163, n. 2, p. 81-90, 2007.
- SAFARA, M.; ZAINI, F.; HASHEMI, S. J.; MAHMOUDI, M.; KHOSRAVI, A. R.; SHOJAI-ALIABADI, F. Aflatoxin detoxification in rice using citric acid. **Iranian journal of public health**, v. 39, n. 2, p. 24, 2010.
- SAITA, A. C.; PANDOLFI, M. A. C. Efeitos da aflatoxina na comercialização do amendoim. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, n.1, p.449-459, 2019.
- SAMARAJEWA, U.; SEN, A. C.; COHEN, M. D.; WEI, C. I. Detoxification of aflatoxins in foods and feeds by physical and chemical methods. **Journal of Food Protection**, v.53, n.06, p.489-501, 1990.
- SAMSON, R. A.; HOEKSTRA, E. S.; FRISVAD, J. C.; FILTENBORG, O. **Introduction to food-borne fungi**. 4. ed. Centraalbureau: Voor Schimmelcultures Baarn Delft, 2000.
- SAMUEL, M. S.; JEYARAM, K.; DATTA, S.; CHANDRASEKAR, N.; BALAJI, R.; SELVARAJAN, E. Detection, Contamination, Toxicity, and Prevention Methods of Ochratoxins: An Update Review. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 69, p. 13974–13989, 2021.
- SANTIN, E. Mould growth and mycotoxin production. **The Mycotoxin Blue Book**. Nottingham, UK: Nottingham University Press, p. 225-234, 2005.
- SANTOS, F. C. F. **Fungos em rações para camarões cultivados no Estado do Piauí**. 53 f., 2006. Dissertação de Mestrado em Ciência Animal – Pós Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI.
- SANTOS, M. A.; SANOTS, B. R. C. Silagem da palma forrageira consorciada com resíduos da mandioca e bagaço da cana de açúcar: Revisão. **Revista PUBVET**, v.12, n.11, a218, p.1-8, Nov., 2018.
- SANTOS, R. L. G.; NASCIMENTO, D. M. C.; PORCY, C.; GALENO, N. D. S. Identificação de fungos produtores de micotoxinas cancerígenas em pães de sanduíches vendidos no centro comercial de Macapá-AP. **Revista Da Associação Brasileira De Nutrição - RASBRAN**, v.7, n.2, p.50–55, 2016.
- SANTOS, R. R.; VERMEULEN, S.; HARITOVA, A.; FINK-GREMMELS, J. Isotherm modeling of organic activated bentonite and humic acid polymer used as mycotoxin adsorbents. **Food Additives & Contaminants: Part A**, v. 28, n. 11, p. 1578-1589, 2011.
- SARGEANT, K.; SHERIDAN, A.; O'KELLY, J.; CARNAGHAN, R. B. A. Toxicity associated with certain samples of groundnuts. **Nature**, v. 192, n. 4807, p. 1096-1097, 1961.

SCHATZMAYR, G.; STREIT, E. Global occurrence of mycotoxins in the food and feed chain: facts and figures. **World Mycotoxin Journal**, v. 6, n. 3, p. 213-222, 2013.

SERRANO-COLL, HÉCTOR ALEJANDRO; CARDONA-CASTRO, NORA. Micotoxicosis y micotoxinas: generalidades y aspectos básicos. **Ces Medicina**, v. 29, n. 1, p. 143-151, 2015.

SHAH, D. T.; GLOVER, D. D.; LARSEN, B. In situ mycotoxin production by *Candida albicans* in women with vaginitis. **Gynecologic and obstetric investigation**, v. 39, n. 1, p. 67-69, 1995.

SHEHAB, L. M.; EL-LEBOUDY, A. A.; ABO EL-MAKAREM, H. S. Prevalence of Aflatoxins M1 and M2 in some curd dairy products. **Alexandria Journal for Veterinary Sciences**, v. 61, n. 1, 2019.

SHEIK ABDUL, N.; MARNEWICK, J. L. Fumonisin B1-induced mitochondrial toxicity and hepatoprotective potential of rooibos: An update. **Journal of Applied Toxicology**, v. 40, n. 12, p. 1602-1613, 2020.

SHEPHARD, G. S.; SYDENHAM, E. W.; THIEL, P. G.; GELDERBLOM, W. C. A. Quantitative determination of fumonisins B1 and B2 by high-performance liquid chromatography with fluorescence detection. **Journal of Liquid Chromatography**, v. 13, n. 10, p. 2077-2087, 1990.

SHIMSHONI, J. A.; CUNEAH, O.; SULYOK, M.; KRASKA, R.; GALON, N.; SHARIR, B.; SHLOSBERG, A. L. Mycotoxins in corn and wheat silage in Israel. **Food Additives & Contaminants: Part A**, v. 30, n. 9, p. 1614-1625, 2013.

SHOTWELL, O.L.; GOULDEN, M. L.; BOTAST, R.J.; HASSELTINE, C.W. Mycotoxins in hot spots in grains 1, Aflatoxin and zearalenone occurrence in stored corn. **Cereal Chem.** 52 (5), 687–697, 1975.

SIVARANJANI, S.; PRASATH, V. A.; PANDISELVAM, R.; KOTHAKOTA, A.; KHANEGHAH, A. M. Recent advances in applications of ozone in the cereal industry. **LWT**, p. 111412, 2021.

SOARES, C. M. G.; ABRUNHOSA, L.; VENÂNCIO A. Fungos produtores de micotoxinas. **Sociedade Portuguesa de Microbiologia**, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/27316>. Acesso 20. out. 2021.

SOBRINHO, C. A.; SANTOS, A. R. B.; SILVA, P. H. S. Fungos em sementes de Feijão-caupi: Detecção, qualidade sanitária e controle alternativo. **Embrapa**. 1ª ed. Publicação digital - PDF (2020).

SOUZA, D. R.; SOUZA, G. A.; PEREIRA, M. L.; BEZERRA, V. S.; MARQUES, R. B. Efeitos tóxicos dos fungos nos alimentos. **Revinter**, v.10, n. 02, p.73-84, 2017.

SOUZA, D. R.; SOUZA, G. A.; PEREIRA, M. L.; BEZERRA, V. S.; MARQUES, R. B. Efeitos tóxicos dos fungos nos alimentos. **Revinter**, v.10, n. 02, p.73-84, 2017.

SOUZA, V. C.; CARDOSO, G. D.; BARRETO, A. F. Estudos sobre fungos micorrízicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.10, n.3, p.612–618, 2006.

STOEV, S. D.; GOUNDASHEVA, D.; MIRTICHEVA, T.; MANTLE, P.G. Susceptibility to secondary bacterial infections in growing pigs as an early response in ochratoxicosis. **Experimental and toxicologic pathology**, v. 52, n. 4, p. 287-296, 2000.

STORM, I.M.; SØRENSEN, J.L.; RASMUSSEN, R.R.; NIELSEN, K.F.; THRANE, U. Mycotoxins in silage. **Stewart Postharvest Rev.** 4 (6), 1–12, 2008.

SUN, G.; WANG, S.; HU, X.; SU, J.; ZHANG, Y.; XIE, Y.; WANG, J. S. Co-contamination of aflatoxin B1 and fumonisin B1 in food and human dietary exposure in three areas of China. **Food additives and contaminants**, v. 28, n. 4, p. 461-470, 2011.

SWAMY, H. V.; SMITH, T. K.; MACDONALD, E. J.; KARROW, N. A.; WOODWARD, B.; BOERMANS, H. J. Effects of feeding a blend of grains naturally contaminated with *Fusarium* mycotoxins on growth and immunological measurements of starter pigs, and the efficacy of a polymeric glucomannan mycotoxin adsorbent. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 11, p. 2792-2803, 2003.

SWEENEY, M. J.; DOBSON, A. D. W. Mycotoxin production by *Aspergillus*, *Fusarium* and *Penicillium* species. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 43, p. 141-158, 1998.

TAHEUR, F. B.; KOUIDHI, B., AL QURASHI, Y. M. A., SALAH-ABBÈS, J. B., & CHAIEB, K. Biotechnology of mycotoxins detoxification using microorganisms and enzymes. **Toxicol**, v. 160, p. 12-22, 2019.

TANGNI, E. K.; PUSSEMIER, L.; VAN HOVE, F. Mycotoxin contaminating maize and grass silages for dairy cattle feeding: current state and challenges. **Journal Animal Science Advances**, v. 3, n. 10, p. 492-511, 2013.

TANPONG, S.; WONGTANGTINTHARN, S.; PIMPUKDEE, K.; TENGJAROENKUL, B.; KHAJARERN, J. Efficacy of hydrate sodium calcium aluminosilicate and yeast cell wall to ameliorate the toxic effects of aflatoxin in ducks. **Animal Production Science**, v. 57, n. 8, p. 1637-1644, 2017.

TEKİNŞEN, K. K.; TEKİNŞEN, O. Cenap. Aflatoxin M1 in white pickle and Van otlu (herb) cheeses consumed in southeastern Turkey. **Food Control**, v. 16, n. 7, p. 565-568, 2005.

TOLA, M.; KEBEDE, B. Occurrence, importance and control of mycotoxins: a review. **Cogent Food & Agriculture**, v. 2, n. 1, p. 1-12, 2016.

UPPERMAN, JEFFREY S.; POTOKA, D. A., ZHANG, X. R., WONG, K., ZAMORA, R., & FORD, H. Mechanism of intestinal-derived fungal sepsis by gliotoxin, a fungal metabolite. **Journal of pediatric surgery**, v. 38, n. 6, p. 966-970, 2003.

VANDICKE, J.; VISSCHERE, K.; CROUBELS, S.; SAEGER, S.; AUDENAERT, K.; HAESAERT, G. Micotoxinas nos campos de Flandres: Ocorrência e correlações com espécies de *Fusarium* em milho colhido de planta inteira. **Microorganisms**, v. 7, n. 11, p. 571, 2019.

VENTER, Abraham **Christo. Glycerol compositions and solutions**. U.S. Patent Application n. 14/124,988, 17 abr. 2014.

WAMBACQ, E.; VANHOUTTE, I., AUDENAERT, K., DE GELDER, L., & HAESAERT, G. Occurrence, prevention and remediation of toxigenic fungi and mycotoxins in silage: A review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, n. 7, p. 2284-2302, 2016.

WANG, G.; XI, Y.; LIAN, C.; SUN, Z.; ZHENG, S. Simultaneous detoxification of polar aflatoxin B1 and weak polar zearalenone from simulated gastrointestinal tract by zwitterionic montmorillonites. **Journal of hazardous materials**, v. 364, p. 227-237, 2019.

WEAVER, A. C.; WEAVER, D. M., ADAMS, N., & YIANNIKOURIS, A. Co-Occurrence of 35 Mycotoxins: A Seven-Year Survey of Corn Grain and Corn Silage in the United States. **Toxins**, v. 13, n. 8, p. 516, 2021.

WENEHED, V.; SOLYAKOV, A.; THYLIN, I.; HÄGGBLOM, P.; FORSBY, A. Cytotoxic response of *Aspergillus fumigatus*-produced mycotoxins on growth medium, maize and commercial animal feed substrates. **Food and chemical toxicology**, v. 41, n. 3, p. 395-403, 2003.

WILHITE, S. E.; STRANEY, D. C. Timing of gliotoxin biosynthesis in the fungal biological control agent *Gliocladium virens* (*Trichoderma virens*). **Applied microbiology and biotechnology**, v. 45, n. 4, p. 513-518, 1996.

WU, N.; OU, W.; ZHANG, Z.; WANG, Y.; XU, Q.; HUANG, H. Recent advances in detoxification strategies for zearalenone contamination in food and feed. **Chinese Journal of Chemical Engineering**, v. 30, p. 168-177, 2021.

YANG, D.; JIANG, T.; LIN, P.; CHEN, H.; WANG, L.; WANG, N.; ZHAO, F.; TANG, K.; ZHOU, D.; WANG, A.; JIN, Y. Apoptosis inducing factor gene depletion inhibits zearalenone-induced cell death in a goat Leydi cell line. **Reproductive Toxicology**, v. 67, p.129-139, 2017.

YUNUS, A. W.; GHAREEB, K., TWARUZEK, M., GRAJEWSKI, J., & BÖHM, J. Deoxynivalenol as a contaminant of broiler feed: Effects on bird performance and response to common vaccines. **Poultry science**, v. 91, n. 4, p. 844-851, 2012.

ZAKI, M. M.; EL-MIDANY, S. A.; SHAHEEN, H. M.; RIZZI, L. Mycotoxins in animals: occurrence, effects, prevention and management. **Journal of Toxicology and Environmental Health Sciences**, v. 04, n. 01, p. 13-28, 2012.

ZHOU, H.; GUOG, T.; DAI, H.; YU, Y.; ZHANG, Y.; MA, L. DEOXYNIVALENOL: TOXICOLOGICAL PROFILES AND PERSPECTIVE VIEWS FOR FUTURE RESEARCH. **World Mycotoxin Journal**, v. 13, n. 2, p. 179-188, 2020.

ZHU, B.; ZHANG, L.; YANG W.; CHENG, Y.; WEN, C.; ZHOU Y. Effect of zearalenone on serum parameters, hepatic oxidative damage and residue of zearalenone in broilers. **Animal Husbandry & Veterinary Medicine**, p. 6, 2016.

ZIMMERMANN R. C.; FURUIE J. L.; STUART A. K. C; OLIVEIRA, H. K. S.; ZAWADNEAK M. A. C.; PIMENTEL I. C. **Uso de óleos essenciais no controle de fungos de grãos armazenados**. In: V CONBRAF – Congresso Brasileiro de Fitossanidade Desafios e Avanços da Fitossanidade, 2019, Curitiba. Anais do Congresso Brasileiro de Fitossanidade, 2019.

ZINEDINE, A., EL AKHDARI, S. Food safety and climate change: case of mycotoxins. **Handbook of Research on Global Environmental Changes and Human Health**, p. 74–97. 2019.

ZINEDINE, A.; SORIANO, J. M.; MOLTO, J. C.; MANES, J. Review on the toxicity, occurrence, metabolism, detoxification, regulations and intake of zearalenone: an oestrogenic mycotoxin. **Food and chemical toxicology**, v. 45, n. 1, p. 1-18, 2007

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acarajé 35, 36, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 53
Acerola 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34
Ácido ascórbico 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 172, 173, 189
Adubação 1, 166, 178
Adubação nitrogenada 55, 57, 58, 61
Adubação orgânica 1, 3, 6
Aflatoxina 101, 105, 106, 107, 108, 116, 117, 118, 119, 121, 131, 135
Agricultores 3, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 39, 56, 76, 83, 87, 88, 91, 93, 96, 97
Agricultura campesina 77, 83, 85, 98, 99
Agricultura familiar 11, 12, 16, 17, 20, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 93, 96, 97, 98, 99, 100, 172, 187, 188, 194
Agroecologia 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 130
Agronomia 13, 21, 49, 50, 55, 139, 141, 144, 145, 184, 194, 196
Alho 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 183
Alimentar 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 36, 47, 112, 116, 121, 132, 160, 171, 173
Áreas infectadas 160, 171
Armazenamento 23, 24, 25, 26, 31, 32, 33, 41, 44, 68, 101, 102, 103, 104, 107, 114, 115, 117, 119, 122, 125, 126, 130, 134, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 167

B

Bacurizeiro 187, 188, 189, 190, 193, 194, 195
Berinjela 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71
Biofortificação 35, 38, 49, 50, 53
Blastósporos de *Beauveria Bassiana* 139

C

Caju 23, 25, 26, 27, 28, 29, 32, 33, 34
Camu-camu 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 32, 33, 34
Casta Arinto 146, 150, 153, 155, 156
Clusiaceae 187, 188
Colombia 83, 84, 85, 86, 91, 92, 95, 96, 98, 100, 126
Comercialização 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 135, 170, 179, 184, 186, 187, 188, 191, 192, 193, 194, 195

Controle biológico 139, 140, 176, 180, 184, 185

Cultura 9, 22, 35, 39, 55, 56, 57, 61, 74, 78, 81, 83, 106, 116, 126, 139, 140, 141, 142, 143, 160, 161, 162, 163, 165, 166, 167, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 180, 183, 184, 185, 186, 188, 192

D

Desempenho do milho 55, 62

E

Extrativismo 186, 187, 188, 190, 192, 193, 194

F

Family farming 12, 83, 84, 187

Farinha 35, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 117

Feijão-caupi 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 136

Fermentação submersa 139

Fertilidade 56, 58, 146, 147, 148, 149, 150, 154, 155, 156, 173, 180

Fertilidade dos gomos 146, 147, 148, 149, 154, 155

Fertilidade potencial 146, 149, 150, 154, 156

Fitomassa 1, 2, 6

Fitonematoides 160, 171, 183

Fungo entomopatogênico 139, 144

Fungos toxigênicos 101, 106, 107, 122

H

Heterose 63, 64, 67, 70

Hibridação 63, 64, 66, 67, 69

History 73

Hortelã-graúda 1, 2

Húmus de minhoca 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

I

Informal marketing 187

L

Lisboa 33, 146, 150, 156, 157

M

Maranhão 12, 14, 15, 20, 21, 63, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 195, 196

México 72, 74, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 105, 172, 173

Micotoxinas 101, 103, 104, 105, 106, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137

MID 160, 171

Minga 83, 84, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 98

Multifuncionalidade 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

N

Nitrogênio 6, 9, 10, 55, 57, 61, 62, 143, 166

Nutrição animal 101, 103, 122

Nutriente 9, 23, 24, 55, 57, 61

P

Piauí 40, 135, 186, 187, 188, 189, 191, 192, 194, 196

Plant extractivism 187

Platonia insignis 186, 187, 192, 193, 194, 195

Plectranthus Amboinicus 1, 2

População 12

Produção 1, 2, 3, 4, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 34, 38, 40, 41, 43, 45, 46, 47, 49, 51, 56, 57, 58, 59, 61, 65, 66, 70, 71, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 108, 110, 111, 112, 113, 114, 117, 118, 126, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 147, 148, 149, 150, 155, 156, 160, 161, 163, 165, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 176, 177, 179, 181, 182, 183, 186, 191, 192, 193, 194, 196

Produção de silagem 101

Produtos 3, 12, 13, 15, 16, 17, 20, 33, 35, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 48, 51, 105, 111, 119, 122, 131, 140, 141, 143, 171, 178, 185, 186, 188, 191, 194

R

Ração 101, 102, 103, 106, 107, 109, 110, 112, 113, 116, 121, 122

S

Safrinha 55, 56, 57, 62

Segunda safra 55, 56, 62

Sistemas de poda 146, 147, 149, 152, 153, 154, 156

Soberania 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

Soja 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 103, 108, 130, 144, 191, 192, 193

Solanum melongena L. 63, 64

Sucessão 55, 57, 58, 60, 61, 62

Sucos de acerola 23, 25

T

Tempo de armazenamento 23, 25, 26, 104, 139, 141, 144

Teor 3, 6, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 36, 37, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 103, 110, 113, 114, 115, 118, 119, 174

Tomate 66, 74, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 181, 182, 183, 184, 185


V


Variabilidade genética 63, 67


Videira 146, 147, 148, 149, 150, 151, 153, 156


Vigna unguiculata L. 35, 46, 51, 53

Vigor híbrido 63, 64


 www.atenaeditora.com.br


 contato@atenaeditora.com.br


 @atenaeditora


 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA CIENTÍFICA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NA AGRONOMIA

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA CIENTÍFICA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NA AGRONOMIA