Maicon Sbardella
Leonardo Willian de Freitas
Carla Silva Chaves
(Orgs.)

A PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA DA UFMT

CONTRIBUIÇÕES PARA PRODUÇÃO ANIMAL EFICIENTE E SUSTENTÁVEL

científica digital

EDITORA CIENTÍFICA DIGITAL LTDA
Guarujá - São Paulo - Brasil
www.editoracientifica.com.br - contato@editoracientifica.com.br

Diagramação e Arte
Equipe Editorial
Capa
Alaíde Vaccari Quaresma - 2024
Revisão
Organizadores e Autores - 2024

Edição © 2024 Editora Científica Digital
Texto © 2024 Os Autores
1ª Edição - 2024
Acesso Livre - Open Access

© COPYRIGHT - TODOS OS DIREITOS RESERVADOS. A editora detém os direitos autorais sobre a edição e o projeto gráfico, enquanto os autores mantêm os direitos autorais de seus respectivos textos. Esta obra está licenciada sob a Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional, permitindo o download e compartilhamento integral ou parcial, desde que a fonte seja devidamente citada e os créditos atribuídos aos autores. É obrigatório que a obra permaneça em formato de Acesso Livre (Open Access), sem qualquer alteração. A catalogação em plataformas de acesso restrito ou com fins comerciais é estritamente proibida.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A111 A Pós-graduação em Zootecnia da UFMT: contribuições para produção animal eficiente e sustentável / Organização de Maicon Sbardella, Leonardo Willian de Freitas, Carla Silva Chaves. – Guarujá-SP: Científica Digital, 2024.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui Bibliografia
ISBN 978-65-5360-825-2
DOI 10.37885/978-65-5360-825-2

1. Universidade Federal de Mato Grosso - Pós-graduação - Zootecnia. I. Sbardella, Maicon. II. Freitas, Leonardo Willian de. III. Chaves, Carla Silva. IV. Título.

CDD 378.81

Elaborado por Janaína Ramos – CRB-8/9166

Índice para catálogo sistemático:
I. Pós Graduação - Zootecnia

E-BOOK
ACESSO LIVRE ON LINE - IMPRESSÃO PROIBIDA
2024

Maicon Sbardella
Leonardo Willian de Freitas
Carla Silva Chaves
(Orgs.)

A Pós-graduação em Zootecnia da UFMT: contribuições para produção animal eficiente e sustentável

1ª EDIÇÃO

científica digital

2024 - GUARUJÁ - SP

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

AGRADECIMENTO

UFMT

PROPG
Pró-reitoria de Ensino de Pós-graduação
UFMT

PROPeq
Pró-reitoria de Pesquisa
UFMT

ICAA
UFMT/SINOP

CAPES

CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Embrapa
Agrossilvipastoril

FAPEMAT
FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE MATO GROSSO

GOVERNO DE MATO GROSSO

MPMT
Ministério Público
DO ESTADO DE MATO GROSSO

APOIO

AgriSciences
Research | Extension

NEPI

GEPI
Grupo de Estudo em Pecuária Integrada

NEOTEC

NEPAS
NÚCLEO DE ESTUDOS EM PEIXES, AVES E SUÍNOS

DAIRY CATTLE RESEARCH LAB
- UFMT -

NUPEMA

CONSELHO EDITORIAL

Prof. Dr. André Cutrim Carvalho
Prof. Dr. Antônio Marcos Mota Miranda
Profª. Ma. Auristela Correa Castro
Prof. Dr. Carlos Alberto Martins Cordeiro
Prof. Dr. Carlos Alexandre Oelke
Profª. Dra. Caroline Nóbrega de Almeida
Profª. Dra. Clara Mockdece Neves
Profª. Dra. Claudia Maria Rinhel-Silva
Profª. Dra. Clecia Simone Gonçalves Rosa Pacheco
Prof. Dr. Cristiano Marins
Profª. Dra. Cristina Berger Fadel
Prof. Dr. Daniel Luciano Gevehr
Prof. Dr. Diogo da Silva Cardoso
Prof. Dr. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes
Prof. Dr. Fabricio Gomes Gonçalves
Profª. Dra. Fernanda Rezende
Prof. Dr. Flávio Aparecido de Almeida
Profª. Dra. Francine Náthalie Ferraresi Queluz
Profª. Dra. Geuciane Felipe Guerim Fernandes
Prof. Dr. Humberto Costa
Prof. Dr. Joachin Melo Azevedo Neto
Prof. Dr. Jónata Ferreira de Moura
Prof. Dr. José Aderval Aragão
Prof. Me. Julianno Pizzano Ayoub
Prof. Dr. Leonardo Augusto Couto Finelli
Prof. Dr. Luiz Gonzaga Lapa Junior
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva
Profª. Dra. Maria Cristina Zago
Profª. Dra. Maria Otília Zangão
Prof. Dr. Mário Henrique Gomes
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes
Prof. Dr. Nelson J. Almeida
Prof. Dr. Pedro Afonso Cortez
Prof. Dr. Reinaldo Pacheco dos Santos
Prof. Dr. Rogério de Melo Grillo
Profª. Dra. Rosenery Pimentel Nascimento
Prof. Dr. Rossano Sartori Dal Molin
Prof. Me. Silvio Almeida Junior
Profª. Dra. Thays Zigante Furlan Ribeiro
Prof. Dr. Wescley Viana Evangelista
Prof. Dr. Willian Carboni Viana
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Acesse a lista completa dos Membros do Conselho Editorial em www.editoracientifica.com.br/conselho

Parecer
As informações apresentadas nos capítulos são de inteira responsabilidade de seus respectivos autores. Todos os direitos estão reservados aos autores.
Nenhuma parte desta obra poderá ser reproduzida a prévia autorização escrita dos autores e organizadores.

Nota: Esta obra é uma produção de grupo de pesquisa, tornando-se uma coletânea com reservas de direitos autorais para os autores. Alguns capítulos podem ser derivados de outros trabalhos já apresentados em eventos acadêmicos, todavia, os autores foram instruídos ao cuidado com o autoplágio. A responsabilidade pelo conteúdo de cada capítulo, bem como por sua originalidade e pela integridade das informações publicadas, recai exclusivamente sobre os respectivos autores e autoras, não representando, necessariamente, a opinião da editora, dos organizadores ou dos membros do conselho editorial.

APRESENTAÇÃO

A Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), por meio de seus programas de pós-graduação, tem incentivado e fomentado o desenvolvimento em áreas estratégicas do estado, respondendo aos desafios e necessidades regionais e à inovação e sustentabilidade. O Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZ) reflete esse compromisso com o desenvolvimento do norte mato-grossense. Em sua recente trajetória de desenvolvimento, o PPGZ combinou sua posição de centro de pesquisa aplicada, com atenção especial ao setor agropecuário e ao uso racional dos recursos naturais, importantes para o desenvolvimento socioeconômico de Mato Grosso.

O livro que apresentamos aqui é uma coletânea das principais pesquisas e soluções desenvolvidas pela equipe do PPGZ, mostrando a diversidade e profundidade das ações realizadas no âmbito deste programa, dedicado a promover a agropecuária eficiente e sustentável e o desenvolvimento socioeconômico do estado. Entre as pesquisas discutidas, destacam-se as contribuições técnico-científicas para o manejo de pastagens, sistemas integrados de produção agropecuária e sustentabilidade da pecuária de corte em Mato Grosso, visando otimizar a produtividade de forma ambientalmente responsável. O livro também explora as tecnologias desenvolvidas para a piscicultura, avicultura e suinocultura, com destaque para a utilização eficiente de coprodutos industriais (etanol de milho, biodiesel e algodão) nas dietas de suínos e aves e pesquisas aplicadas que visam atender às necessidades do setor produtivo. Além disso, o desenvolvimento de sistemas de alimentação, como o "NS Dairy Cow" para vacas leiteiras. Estas pesquisas mostram o estado da arte da pesquisa do PPGZ, demonstrando a capacidade do programa de traduzir conhecimento em inovação e soluções que tenham impacto direto na área.

A publicação deste livro não só consolida o avanço das pesquisas do Mestrado em Zootecnia, mas também é um exemplo do grande trabalho deste programa de pós-graduação da UFMT no desenvolvimento regional sustentável e no desenvolvimento da fronteira. Este material será, sem dúvida, referência para estudantes, pesquisadores, profissionais e

produtores, incentivando o desenvolvimento sustentável da agropecuária mato-grossense e contribuindo para a criação de uma sociedade mais informada e pronta para atacar os desafios do futuro.

Prof. Dr. Jackson Antonio Lamounier Camargos Resende
Pró-reitor de Pós-graduação da UFMT (2020-2024)
Coordenador da Regional Norte do Fórum Nacional de Pró-reitores de Pesquisa e Pós-Graduação (2022-2023)

PREFÁCIO

Mais de 150 dissertações! Inúmeros trabalhos em eventos, diversos artigos publicados! Egressos atuantes no setor produtivo, em instituições públicas, na pesquisa, desenvolvimento e inovação!

Esses dados podem parecer, à primeira vista, apenas mais um texto de apresentação de um Programa de Pós-Graduação de uma Universidade, mas na realidade representam o resultado do trabalho coletivo de uma equipe de professores, técnicos e pós-graduandos dedicados do PPG em Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso, Câmpus Universitário de Sinop (UFMT-Sinop). Com empenho e excelência acadêmica, essa equipe contribui continuamente para posicionar Mato Grosso como um polo de inovação e sustentabilidade na produção animal. Esse marco representa não apenas a trajetória e a consolidação de um programa de excelência, mas também o compromisso com o desenvolvimento científico e a inovação na área de Zootecnia.

A Zootecnia é parte importante da economia de Mato Grosso e do Brasil, sendo um dos pilares que sustentam o agronegócio e, consequentemente, a balança comercial do país. Mato Grosso, como um dos maiores produtores de carne e outros produtos de origem animal, se destaca pela produção sustentável e pela busca constante de melhorias na eficiência e na qualidade desses produtos. As pesquisas desenvolvidas no âmbito do PPG em Zootecnia (UFMT-Sinop) contribuem diretamente para esse avanço, oferecendo respostas aos desafios locais e nacionais, focados no aprimoramento dos sistemas de produção, de gestão de recursos e de bem-estar animal. Os estudos abordando nutrição animal, genética, sanidade, bem-estar e sistemas de produção, bem como outras áreas na Zootecnia, têm gerado soluções aplicáveis no campo, além de contribuírem para a formação de profissionais capacitados e comprometidos com a sustentabilidade e os avanços do setor.

Como professor, gestor e colega, acompanhei muitas das ações desenvolvidas pelos amigos do PPG em Zootecnia, bem como todos os seus esforços na busca pela consolidação e ampliação do Programa. Hoje, sinto-me honrado em apresentar esta obra, que representa uma pequena parte desse esforço contínuo, de uma atuação abrangente que

ultrapassa os muros institucionais e beneficia toda a sociedade. Espero que este registro histórico inspire novas gerações de pesquisadores e reafirme o compromisso do PPG em Zootecnia (UFMT-Sinop), seus professores, técnicos e pós-graduandos em contribuir para um Brasil produtivo e sustentável.

Prof. Dr. Leandro Dênis Battirola
Vice-Presidente do Conselho Estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação (2023-2025)
Pró-Reitor de Pesquisa da UFMT (2020-2024)

SUMÁRIO

Capítulo **01**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA: UM OLHAR PARA A TRAJETÓRIA

André Soares de Oliveira; Eduardo Henrique Bevitori Kling de Moraes; Cláudio Vieira de Araújo; Anderson Corassa; Maicon Sbardella

doi 10.37885/241218406 12

Capítulo **02**

PLANOS NUTRICIONAIS DE ALIMENTAÇÃO PARA CODORNAS JAPONESAS CRIADAS EM ESTRESSES TÉRMICOS

Ana Paula Silva Ton; Claudia Marie Komiyama; Joyce de Paula; Lidiane Staub; Aldemar Marques de Jesus; Ivete Ricken Domiciano; Tatiane da Silva Fonseca; Carolina Pereira Rodrigues; Leonardo Willian de Freitas

doi 10.37885/241218398 24

Capítulo **03**

COPRODUTOS DE ETANOL DE GRÃOS PARA SUÍNOS E AVES

Anderson Corassa; Ana Paula Silva Ton; Brena Cristine Rosário Silva; Daniela Rocha da Silva; Fanny Leonila Velasquez Moreno; Igor Willian Wrobel Straub; Iziz Paula Anhõn da Silva Lautert; Jéssika Lúcia Stuani; Lariza Luana da Silva; Leonardo Willian de Freitas; Lester Josué Posadas Mendoza; Tatiane Izabel Silva dos Santos; Vivian Luana Rothmund

doi 10.37885/241218399 40

Capítulo **04**

TECNOLOGIAS PARA A PRODUÇÃO DE PEIXES, AVES E SUÍNOS: SOLUÇÕES COM BASE EM PESQUISA APLICADA

Maicon Sbardella; Anderson Corassa; Ana Paula Silva Ton; Vinícius Ricardo Cambito de Paula; Alessandro Borges Amorim; Claudia Marie Komiyama; Danilo Henrique Aguiar; Paula Sueli Andrade Moreira; Martha Viviana Torres Cely; Valeria Dornelles Gindri Sinhorin; Ana Claudia Ferreira de Andrade; Bryan Francisco Castro Dereck; Caroline Heberle; Caroline de Souza; Elias Giacomel; Gabriel Henrique Marques Pereira; Guiomar Helena Verussa; Juliana de Fátima Pereira Lima; Jone Rodrigues da Silva; Layanne Agatha Lima da Silva; Leonardo Willian de Freitas; Marcela Daiane Gouveia de Moraes; Nariane Silva Gonçalves; Priscila Almeida dos Santos da Rocha; Rafaeli Gonçalves Leite; Rauana Vieira Andrade; Solana Calegari; Stephane Vasconcelos Leandro; Soraia Andressa Dall Agnol Marques; Thiago Santana Cotrim; Thuanny Lúcia Pereira

doi 10.37885/241218401 67

Capítulo **05**

THE NS DAIRY CATTLE: UM SISTEMA DE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS PARA BOVINOS DE LEITE

André Soares de Oliveira

10.37885/241218402 91

Capítulo **06**

INOVAÇÕES NO MANEJO DE PASTAGENS E SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA DE CORTE EM MATO GROSSO

Bruno C. Pedreira; Fagner J. Gomes; Dalton H. Pereira

10.37885/241218403 103

Capítulo **07**

PLANTAS FORRAGEIRAS PARA ENSILAGEM NA REGIÃO NORTE DO MATO GROSSO

Dalton H. Pereira; Arthur Behling Neto; Carla S. Chaves; Anielen A. Galato; Juliana M. S. de Souza; João Antônio P. Gezualdo; Emanuely Biasuz dos Santos; Bruno C. Pedreira

10.37885/241218404 127

Capítulo **08**

APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO GERADO NO PPGZ: INOVAÇÃO E EXTENSÃO PARA A INTENSIFICAÇÃO SUSTENTÁVEL E DESENVOLVIMENTO REGIONAL EM MATO GROSSO

Daniel Carneiro de Abreu; Aaron Kinyu Hoshide; Wininton Mendes da Silva; Marieta Prata de Lima Dias; André Soares de Oliveira; Sylvia Sanae Takishita; Lorena Machado Pedrosa; João Alex de Medeiros; Luana Molossi; Jordane Aparecida Vieira dos Reis; Cleverson Freitas de Almeida; Daniel Teixeira Pinheiro; Fernando de Paula Alberto; Ronaldo Alves de Oliveira; Kaio Furlan Andreasse; Lucas Figueiredo Ferreira; Pedro Henrique de Oliveira Costa; Vinicius Cesar Barbosa

10.37885/241218405 144

SOBRE OS ORGANIZADORES 161

ÍNDICE REMISSIVO 163

01

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA: UM OLHAR PARA A TRAJETÓRIA

André Soares de Oliveira

Eduardo Henrique Bevitori Kling de Moraes

Cláudio Vieira de Araújo

Anderson Corassa

Maicon Sbardella

Docentes permanentes (ex-coordenadores e coordenador) do Programa de Pós-graduação em Zootecnia (PPGZ), Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais (ICAA), Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Sinop, MT, Brasil.

10.37885/241218406

HISTÓRICO

Em 2011, foi criado o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia na Transição Cerrado-Amazônia (Código CAPES: 50001019033P7), nível mestrado acadêmico, no *Campus* Universitário de Sinop (CUS), da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). A criação do programa foi fundamentada na forte vocação agropecuária da região, na demanda crescente por profissionais altamente especializados e no perfil de pesquisadores do corpo docente do Curso de Graduação em Zootecnia (CUS/UFMT). O corpo de pesquisadores da Embrapa Agrossilvipastoril, em Sinop-MT, também se uniu a proposta, estabelecendo uma parceria sólida e essencial para a evolução e consolidação do programa.

Em março de 2012, a primeira turma do mestrado iniciou as atividades com o ingresso de 15 alunos. O programa contava com as linhas de pesquisa em Produção Animal, Melhoramento Genético e Reprodução Animal, e Nutrição e Alimentação Animal. Em 29 de junho de 2012, o programa passou a ser denominado **Programa de Pós-graduação em Zootecnia (PPGZ)**, conforme o Ofício CAA nº 169-16/2012/CAA I/CGAA/DAV/CAPES.

Nos últimos 12 anos, o PPGZ tem reafirmado seu compromisso com o desenvolvimento regional, pautado no pujante agronegócio de uma das regiões mais promissoras do Brasil. Durante esse período, o programa passou por um processo de reestruturação de disciplinas e linhas de pesquisa, que culminou na configuração atual do programa e na elevação do conceito CAPES de 3 para 4 na avaliação quadrienal 2017-2020. A seguir, são apresentados alguns dos marcos históricos e conquistas do PPGZ.

Data	Marco Histórico e Conquistas
14 de junho de 2011	A Congregação do ICAA aprova a proposta APCN para criação do PPGZ, elaborada pela comissão formada pelos professores André Soares de Oliveira (coordenador), Cláudio Vieira de Araújo e Douglas dos Santos Pina. Ata nº 08/2011 da Reunião da Congregação do ICAA
04 de julho de 2011	O CONSEPE/UFMT aprova a criação do curso de Mestrado em Zootecnia, com funcionamento previsto após a aprovação pela CAPES, conforme Resolução nº 66 de 04 de julho de 2011.
15 de julho 2011	A proposta de criação do curso de mestrado (APCN nº 7589) é enviada à CAPES pelo coordenador da proposta, Prof. André Soares de Oliveira, e pela Pró-Reitora de Ensino de Pós-Graduação, Profa. Leny Caselli Anzai.
25 de outubro de 2011	A Câmara Técnica e Científica da CAPES aprova a criação do curso de Mestrado Acadêmico em Zootecnia da UFMT-Sinop.

ISBN 978-65-5360-825-2 - Vol. 1 - Ano 2024 - www.editoracientifica.com.br

Data	Marco Histórico e Conquistas
23 de novembro 2011	Realizada a 1ª reunião do PPGZ, coordenada pelo Supervisor de Pesquisa e Pós-Graduação do Campus Universitário de Sinop, Prof. Adilson Paulo Sinhorim, para aprovação da coordenação do curso (2011-2013; Prof. André Soares de Oliveira) e das respectivas comissões do PPGZ.
25 de novembro 2011	2ª Reunião do PPGZ é realizada, com pauta única sobre a aprovação do edital de abertura de inscrições para o preenchimento de vagas de discentes para o ano de 2012
17 de fevereiro 2012	25 candidatos são inscritos e homologados para participarem do 1º processo de seleção de ingresso no PPGZ (2012/1)
07 de março de 2012	15 candidatos são selecionados para formarem a 1ª turma do curso de Mestrado em Zootecnia, no primeiro semestre de 2012
28 de junho de 2013	Primeira dissertação de mestrado defendida e aprovada no PPGZ, com o título "Meta-análise do consumo de matéria seca de vacas leiteiras em condições tropicais", pela discente Márcia Cristina de Souza, sob orientação do prof. André Soares de Oliveira, com banca formada pelo orientador, e pelos professores Eduardo Henrique Bevitori Kling de Moraes, Cláudio Vieira de Araújo, Rafael Monteiro de Araújo Teixeira (IFTM), e André Fonseca de Brito (Universidade de New Hampshire/EUA).
Julho de 2014	O PPGZ recebe o Prêmio "Nicolau Athanassof" da Sociedade Brasileira de Zootecnia, como a melhor dissertação de mestrado em Zootecnia defendida em 2013 em Programas de Pós-Graduação aprovados pelas CAPES. Título de dissertação: Meta-análise do consumo de matéria seca de vacas leiteiras em condições tropicais". Discente do PPGZ: Márcia Cristina de Souza. Orientador: Prof. André Soares de Oliveira.
Julho de 2017	Prêmio Ismar Leal Barreto atribuído ao melhor trabalho apresentado na 53ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia no ano de 2016. Título: Steers behavior and microclimate under integrated systems. Parte da dissertação de mestrado em Zootecnia do discente Leandro Ferreira Domiciano, sob orientação do Prof. Bruno Carneiro e Pedreira.
Outubro de 2019	O PPGZ celebra a defesa da 100ª dissertação de mestrado em evento marcado pela presença da Coordenação de Área da CAPES e da Pró-reitora de Pós-Graduação da UFMT.
Dezembro de 2019	1º registro de programa de computador desenvolvido por pesquisador da Embrapa Agrosilvipastoril e também docente permanente do programa, com participação de discente de mestrado do programa. Patente: Programa de Computador. Número do registro: BR512021000158-3, data de registro: 02/12/2019, título: "3DBov" , Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial.
Agosto de 2021	Resumo destaque na área de Nutrição de Ruminantes apresentado na 56ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Título: Prediction of enteric methane emission for lactating dairy cows". O estudo foi parte da dissertação de mestrado do PPGZ da discente Andrea Beltrani Donadia, sob orientação do Prof. André Soares de Oliveira.
Outubro de 2021	1ª patente concedida desenvolvida e coordenada por docente do programa, com participação de discente de mestrado do programa. Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: BR10201503088, título: "PROCESSO DE DESTOXIFICAÇÃO DE SEMENTES OU PRODUTOS DO PROCESSAMENTO DE SEMENTES DE RICINUS COMMUNIS E O PRODUTO RESULTANTE", Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito: 10/12/2015; Em Domínio Público: 13/06/2017; Concessão: 05/10/2021.

Data	Marco Histórico e Conquistas
Dezembro de 2022	O PPGZ tem seu conceito elevado para "4" na Avaliação Quadrienal 2017-2020 da CAPES, tornando-se elegível para criação do curso de Doutorado Acadêmico.
Março de 2023	O artigo "A new protein requirement system for dairy cattle", produto da dissertação do egresso Henrique Melo da Silva sob orientação do Prof. André Soares de Oliveira, destaca-se por permanecer no topo da lista dos mais lidos durante todo o mês de março no Journal of Dairy Science.
Março de 2023	O artigo "Nitrous oxide emissions and forage accumulation in the Brazilian Amazon forage-livestock systems submitted to N input strategies", resultado de pesquisa com a Embrapa Agrossilvipastoril em parceria com a equipe do GEPI, é reconhecido como um dos mais citados no período de 2021-2022 no periódico Grassland Science.
Agosto de 2024	O PPGZ recebe pela 2ª vez o Prêmio "Nicolau Athanassof" da Sociedade Brasileira de Zootecnia, como a melhor dissertação de mestrado em Zootecnia defendida em 2023 em Programas de Pós-Graduação aprovados pelas CAPES. Título de dissertação: Digestibility and nutritional parametrs of etanol coproducts and xylanase for broiler diets. Discente do PPGZ: Lester Posadas Mensoza. Orientador: Prof. Anderson Corassa
Agosto de 2024	O PPGZ recebe o prêmio "Professor Geraldo Gonçalves Carneiro" da Sociedade Brasileira de Zootecnia, como o melhor artigo científico publicado em 2023 em uma revista científica nacional ou internacional. Título do artigo: A new protein requirement system for dairy cows, publicado no Journal of Dairy Science, doi: 10.3168/jds.2022-22348 O estudo foi parte da dissertação de mestrado do PPGZ do discente Henrique Melo da Silva, sob orientação do Prof. André Soares de Oliveira.
Dezembro de 2024	O PPGZ celebra a defesa de sua 150ª dissertação de Mestrado em Zootecnia.

PROPOSTA E ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DO PROGRAMA

Visão

Concretizar-se como programa de excelência na formação de recursos humanos inseridos às demandas científicas e tecnológicas de caráter regional conciliando abrangência global.

Missão

Formar e qualificar profissionais nas diferentes áreas da Zootecnia, produzir conhecimentos e inovações tecnológicas e científicas que contribuam significativamente para o desenvolvimento regional e nacional.

Linhas de pesquisa

O programa possui atualmente duas linhas de pesquisa que abrangem as diferentes áreas de atuação dos docentes, descritas no quadro a seguir.

Linha de pesquisa	Área de atuação
Produção e nutrição de ruminantes	Bioquímica de ruminantes Forragicultura e pastagens Qualidade de carne Melhoramento animal Produção e nutrição de bovinos de corte Produção e nutrição de bovinos de leite Produção e nutrição de pequenos ruminantes Sistemas integrados de produção
Produção e nutrição de monogástricos	Qualidade da carne Produção e nutrição de aves Produção e nutrição de suínos Produção e nutrição de peixes

Orientadores

Desde sua criação, o PPGZ contou com a contribuição de diversos docentes e pesquisadores, que ajudaram a consolidar e fortalecer a formação e a pesquisa no programa. Com o amadurecimento e evolução do PPGZ, o quadro docente foi reorganizado, priorizando uma estrutura mais estável, enxuta e produtiva. Atualmente, o programa conta com 10 docentes permanentes e 3 docentes colaboradores, incluindo 4 bolsistas de produtividade em pesquisa do CNPq e 3 bolsistas de apoio técnico-científico da UFMT.

Orientadores credenciados docentes do Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais (ICAA/UFMT):

- Ana Paula Silva Ton (Nutrição e alimentação de aves)
- Anderson Corassa (Nutrição e alimentação de suínos)
- Arthur Behling Neto (Forragicultura e sistemas integrados)
- André Soares de Oliveira (Nutrição e alimentação de bovinos de leite)
- Cláudio Vieira de Araújo (Melhoramento Genético Animal)
- Dalton Henrique Pereira (Forragicultura e nutrição de bovinos de corte)
- Daniel Carneiro de Abreu (Sistemas integrados de produção animal)

- Eduardo Henrique Bevitori Kling de Moraes (Nutrição e alimentação de bovinos de corte)
- Jessica de Oliveira Monteschio (Qualidade de carne e produção de pequenos ruminantes)
- Maicon Sbardella (Nutrição e alimentação de monogástricos)
- Vinícius Ricardo Cambito de Paula (Nutrição e alimentação de monogástricos)

Orientadores externos credenciados:

- Bruno Carneiro e Pedreira – University of Tennessee (Forragicultura e sistemas integrados)
- Luciano Bastos Lopes - Embrapa Agrossilvipastoril (Sanidade aplicada e sistemas integrados)

Ex-orientadores (internos e externos):

- Alessandro Borges Amorim
- Angelo Polizel Neto
- Artur Kanadani Campos
- Cláudia Marie Komiyama
- Danilo Henrique Aguiar
- Douglas dos Santos Pina
- Erick Darlisson Batista
- Irani Quagio Grassiotto
- Kamila Andreatta Kling de Moraes
- Lilian Rigatto Martins
- Marcia Rodrigues Carvalho Oliveira
- Monyka Marianna Massolini Laureano
- Mozart Alves Fonseca
- Paula Sueli Andrade Moreira
- Paulo Sérgio Andrade Moreira
- Roberta Aparecida Carnevalli Monteiro

Grupos de pesquisa

O PPGZ conta com uma estrutura organizacional composta por grupos e núcleos de pesquisa, ensino e extensão. Esses grupos consolidam as atividades em redes de colaboração, com a participação de pesquisadores de diversas instituições, bem como de interação com a sociedade e o setor produtivo. Além disso, promovem a integração entre a pós-graduação e a graduação, fortalecendo a formação de estudantes em ambos os níveis e ampliando o impacto das pesquisas realizadas.

Registrados no Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq:

- Modelagem na Nutrição de Animais Não-ruminantes
- Pesquisa Aplicada e Inovação Tecnológica em Nutrição de Não-ruminantes
- Produção de Suínos e Aves na Transição Cerrado Amazônia
- Grupo de estudos e pesquisa em pecuária integrada (GEPI)
- Integração Lavoura-Pecuária-Floresta
- Núcleo de Estudos em Pecuária Intensiva (NEPI)
- Núcleo de Pesquisa em Pecuária de Leite (NPLeite)
- Rede de PPG da Produção Animal e Vegetal Sustentável

Demais grupos de estudos, pesquisa e extensão (UFMT):

- Núcleo de Pesquisa e Ensino em Melhoramento Animal (NUPEMA)
- Grupo de ensino, pesquisa e extensão em suínos e aves (GEPESA)
- Núcleo de Estudos em Ovinocultura e Tecnologia de Carnes (NEOTEC)
- Núcleo de Estudos em Peixes, Aves e Suínos (NEPAS)

Coordenação do Programa

Desde sua criação, o programa foi coordenado pelos seguintes docentes permanentes:

- André Soares de Oliveira (2011-2013)

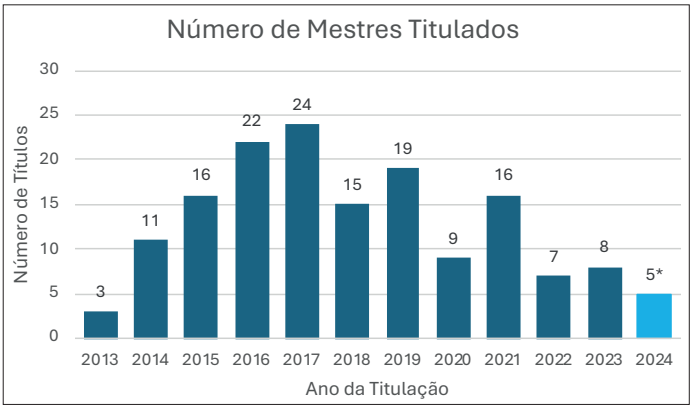
- Eduardo Henrique Bevitori Kling de Moraes (2014-2015)
- Cláudio Vieira de Araújo (2016-2017)
- Anderson Corassa (2018-2019 e 2020-2021)
- Maicon Sbardella (2022-2023 e 2024-2025)

ESTATÍSTICAS E INDICADORES DO PROGRAMA

Titulação de mestres

Desde sua criação, o PPGZ outorgou 155 títulos de Mestre em Zootecnia entre junho/2013 à novembro/2024, conforme demonstrado na Figura 01. Entre 2012 a 2017, o programa apresentou uma fase de crescimento exponencial de titulações, refletindo uma demanda regional reprimida por formação qualificada. A partir deste período, observou-se uma tendência de estabilização, marcada por um quadro enxuto e estável de cerca de 10 docentes permanentes, que tem se aproximado da meta de 1 titulado por docente permanente por ano, conforme demonstrado no quadro do item Avaliação Quadrienal da CAPES.

Figura 01 - Número de títulos de mestrado outorgados pelo Programa de Pós-graduação em Zootecnia (ICAA/CUS/UFMT).



* titulados no período de janeiro a novembro/2024.

O ano de 2020, contudo, representou um dos anos mais desafiadores para o PPGZ devido às repercussões da pandemia de COVID-19 e a cortes orçamentários significativos que reduziram o número de bolsas disponíveis para

ISBN 978-65-5360-825-2 - Vol. 1 - Ano 2024 - www.editoracientifica.com.br

os estudantes do programa. Desde então, a permanência dos alunos passou a depender fortemente da disponibilidade de bolsas, ao mesmo tempo em que a demanda por profissionais qualificados no mercado se intensificou. Em resposta a esse cenário, o programa passou por ajustes, com o objetivo de equilibrar a demanda e priorizar o fortalecimento qualitativo da formação oferecida, consolidando assim a excelência e a sustentabilidade do PPGZ.

Estudantes estrangeiros

Em 2018, o PPGZ deu um passo importante no seu processo de internacionalização, com a adesão ao Programa GCUB de Mobilidade Internacional (GCUB-Mob), oferecido pelo Grupo de Cooperação Internacional de Universidades Brasileiras (GCUB). Através deste programa, foram outorgados o título de Mestre em Zootecnia para cinco estudantes estrangeiros: dois de Honduras (2020, 2021), um do Peru (2020), um da Guatemala (2023) e um do Paraguay (2024).

Frente ao sucesso dessas experiências iniciais, o PPGZ ampliou sua participação ao aderir, em 2021, ao Programa de Formação de Professores de Educação Superior para a América Latina e o Caribe (ProLAC). Criado em 2020 pelo GCUB, em parceria com a Unión de Universidades de América Latina y el Caribe (UDUAL), o ProLAC tem como objetivo fortalecer a educação superior e a produção científica na América Latina e no Caribe, promovendo a integração regional e elevando o número de doutores nas instituições de ensino superior. Através desse programa, o PPGZ recebeu um mestrando do Haiti (em atividade).

Em 2022, o PPGZ aderiu também ao programa FAUBAI-FARA, coordenado pela Universidade Federal de Viçosa e viabilizado pelo Fundo de Educação Terciária (TETFund) da Nigéria. Esta iniciativa visa fortalecer a educação agrícola africana, promovendo intercâmbios acadêmicos e a qualificação de profissionais. No âmbito do FAUBAI-FARA, o PPGZ acolheu uma mestranda e uma pós-doutoranda da Nigéria, ambas atualmente em atividade.

Avaliação quadrienal da CAPES

O programa obteve conceito 4 na avaliação quadrienal 2017-2020 da CAPES, com resultado publicado em dezembro de 2022. No parecer da Comissão de Área,

foram destacados a evolução e tendência de melhoria contínua do programa ao longo das avaliações, com ênfase na capacidade de transferência de tecnologia, na inserção dos egressos no setor produtivo e no impacto econômico e social dos produtos do programa. A seguir, apresenta-se a evolução de alguns dos principais indicadores de produtividade e produção científica qualificada do PPGZ.

Indicador	Avaliação Quadrienal		
	2013-2016	2017-2020	2021-2023
Média anual ponderada de artigos (Eq. A1) por docentes permanentes do Programa (PPG), sem redundância de produções.	1,02	1,76	2,15
Média anual ponderada de artigos (Eq. A1) por docentes permanentes do Programa (PPG), sem redundância de produções e com pelo menos um discente ou egresso	0,17	0,70	1,04
Percentual do indicador de artigos dos 30% dos docentes permanentes mais produtivos (quanto menor este indicador, melhor)	64,3	56,4	46,2
Média anual de artigos do extrato Qualis A+ dos docentes permanentes	1,26	2,74	3,50
Média anual de artigos do extrato Qualis A+ únicos com discentes e egressos do PPG por docente permanente	0,16	0,71	1,09
Média anual de livros dos docentes permanentes, com redundância de produções	0,23	0,08	0,06
Média anual de capítulos de livros únicos do PPG e dos docentes permanentes	0,18	0,44	0,33
Média anual de capítulos de livros únicos com discentes e egressos do PPG e dos docentes permanentes	0,03	0,24	0,23
Média anual de discentes titulados no programa por docente permanente	0,63	1,11	0,95
Percentual de docentes permanentes com artigo no extrato Qualis A+ com discentes e egressos	19,5	54,7	90,0

Egressos

Em levantamento realizado em 2022 evidenciou os seguintes indicadores de destino e inserção dos egressos do PPGZ:

- 50% dos egressos atuam junto à iniciativa privada;
- 73% dos egressos realizam atividades laborais relacionadas às áreas de formação;
- 41,4% exercem funções com impacto no âmbito regional;
- 67,9% estão envolvidos em atividades profissionais voltadas para áreas técnicas e consultoria;
- 27,6% atuam no ensino, 20,7% no setor de insumos, e 17,2% em pesquisa e desenvolvimento.

PERSPECTIVAS E METAS

O PPGZ direciona seus esforços para a consolidação e elevação de seu conceito CAPES, atualmente 4, com foco no aumento da produção científica qualificada, incluindo participação de discentes e egressos, e na ampliação da interação com a sociedade com vistas a contribuir para o desenvolvimento regional sustentável. Além disso, o programa visa a implementação do curso de doutorado, refletindo a maturidade alcançada e atendendo à demanda regional, o que permitirá o desenvolvimento de pesquisas mais aprofundadas e de maior impacto.

Agradecimentos

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT), pelo apoio financeiro aos projetos de pesquisa e pelas bolsas de estudo concedidas.

À Embrapa Agrossilvipastoril (Sinop-MT), pela valiosa parceria estratégica com o programa, contribuindo com pesquisas conjuntas, atuação dos pesquisadores como orientadores e pelo compartilhamento de infraestrutura de pesquisa e laboratórios.

A todas as empresas e fazendas que ofereceram suporte ao desenvolvimento de pesquisas aplicadas, fortalecendo as atividades de campo e a transferência de conhecimento.

À Fundação Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), em especial às Pró-Reitorias de Pós-Graduação e Pró-Reitoria de Pesquisa, pelo suporte administrativo e pela visão de fortalecimento da pós-graduação qualificada, essenciais ao crescimento do programa.

Ao Ministério Público do Estado de Mato Grosso, em especial do Promotor de Justiça Dr Pompílio Paulo Azevedo Silva Neto (Sinop-MT), pelo apoio financeiro às publicações do programa em periódicos científicos de alto impacto.

Ao Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais da UFMT, pelo apoio que contribuiu para a evolução e consolidação do programa.

Estendemos também nossa sincera gratidão a todos os docentes, discentes, técnicos, produtores, profissionais, empresas e demais colaboradores que contribuíram para a evolução e consolidação do programa.

02

PLANOS NUTRICIONAIS DE ALIMENTAÇÃO PARA CODORNAS JAPONESAS CRIADAS EM ESTRESSES TÉRMICOS

Ana Paula Silva Ton
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Claudia Marie Komiyama
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Joyce de Paula
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Lidiane Staub
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Aldemar Marques de Jesus
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Ivete Ricken Domiciano
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Tatiane da Silva Fonseca
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Carolina Pereira Rodrigues
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Leonardo Willian de Freitas
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

10.37885/241218398

RESUMO

A criação de codornas para produção de carne, ovos ou reprodução tem sido uma atividade promissora. Em meio a esta crescente exploração em relação a codornas de postura, a busca por trabalhos científicos que avalie as exigências nutricionais dessas aves são cada vez maiores, uma vez que suas exigências diferem de frangos de corte e galinhas poedeiras, bem como as de codornas japonesas são distintas de codornas europeias. Visando melhorias nos índices de produção de codornas japonesas em fase de postura, pesquisas são realizadas levando em consideração fatores nutricionais como níveis de energia metabolizável (EM) e lisina digestível (DLys) na dieta. A determinação dos níveis adequados destes nutrientes para máxima produção de ovos de codornas japonesa é importante para embasar as tabelas de exigências nutricionais para que se possa formular dietas de custo mínimo e máximo retorno econômico. Além disso, o ambiente em que o animal é produzido está entre um dos principais responsáveis por perdas na produção animal em escala industrial, onde o estresse térmico por altas temperaturas nas aves pode acarretar em diminuição dos índices de produtividade. Ingredientes alternativos com intuito de melhorar o crescimento, eficiência de utilização dos nutrientes da dieta na produção e a imunidade do animal submetidos a estresse têm estimulado o desenvolvimento de pesquisas baseadas em nutrientes que melhorem a função imune e digestiva dos animais, como é o caso da glutamina que tem sido tema de diversos estudos com aves e suínos, no entanto há uma escassez de trabalhos com codornas japonesas. Sendo assim, é importante investigar as aplicações da glutamina e os níveis de EM e DLys na dieta de codornas japonesas, e seus efeitos nas aves criadas em estresse térmico.

Palavras-chave: *Coturnix coturnix japonica*; energia metabolizável; glutamina; lisina digestível.

ABSTRACT

Quail farming for meat, egg or reproduction production has been a promising activity. Amid this growing exploration of laying quail, the search for scientific studies that evaluate the nutritional requirements of these birds is increasing, since their requirements differ from those of broilers and laying hens, as are those of Japanese quails, which differ from those of European quails. To improve the production rates of Japanese quails in the laying phase, research has taken into account nutritional factors such as the levels of metabolizable energy (ME) and digestible lysine (DLys) in the diet. Determining the adequate levels of these nutrients for maximum egg production in Japanese quails is important for supporting nutritional requirement tables so that diets with minimum cost and maximum economic return can be formulated. In addition, the environment in which the animal is produced is among the main causes of losses in animal production on an industrial scale, where heat stress due to high temperatures in birds can lead to a decrease in productivity rates. Alternative ingredients aimed at improving the growth and efficiency of the use of dietary nutrients in the production and immunity of animals subjected to stress have stimulated the development of research on nutrients that improve the immune and digestive functions of animals, such as glutamine, which has been the subject of several studies with poultry and swine. However, studies with Japanese quail are lacking. Therefore, investigating the applications of glutamine and the levels of EM and DLys in the diet of Japanese quails and their effects on birds raised under heat stress is important.

Keywords: *Coturnix coturnix japonica*; digestible lysine; glutamine; metabolizable energy.

INTRODUÇÃO

Em regiões de clima tropical, os criadores de codornas têm vivenciado efeitos prejudiciais das flutuações de temperatura e calor extremo prejudicando o desempenho da postura, da massa e qualidade dos ovos. Sistemas de ventilação e resfriamento têm sido utilizados para amenizar o estresse térmico na indústria avícola, mas custos elevados limitam sua implantação em diversos sistemas de produção. Além disso, aumentar a densidade de energia e proteína (por exemplo, aminoácidos) na dieta para compensar a restrição do consumo voluntário de ração tem sido uma estratégia prática que pretende melhorar o desempenho da postura, o tamanho e a qualidade dos ovos (Barbosa-Lima *et al.*, 2014). No entanto, faltam informações científicas sobre recomendações dietéticas de energia e lisina para codornas criadas em clima quente.

As recomendações dietéticas padrão para codornas japonesas variam de acordo com o desempenho de postura e consumo de ração de 1,048 a 1,177% de lisina digestível e 2.850 kcal/kg de energia metabolizável (Rostagno *et al.*, 2024), sendo os fatores que mais contribuem para os custos de alimentação em sistemas de produção de codornas.

A energia dietética desempenha um papel central na regulação da ingestão voluntária de alimentos, a fim de fornecer energia de acordo com as necessidades do metabolismo. A lisina é essencial para a síntese proteica (Mehri *et al.*, 2015), sendo determinante para a deposição de proteína do ovo, massa do ovo e resistência da casca do ovo, e para a síntese de carnitina, uma etapa limitante no transporte de ácidos graxos para a β-oxidação mitocondrial. e à formação de matriz óssea (Lima *et al.*, 2016). A glutamina aauxilia no desenvolvimento de órgãos importantes para o processo de digestão de alimentos, como fígado e pâncreas, melhorando o aproveitamento dos nutrientes fornecidos aos animais, com ação trófica na mucosa intestinal e sistema imune (Caldara *et al.*, 2008). E favorece o desempenho dos animais como o aumento no consumo de ração, melhora na conversão alimentar e qualidade dos ovos, quando estes estão submetidos a estresse por calor (Zavarize *et al.*, 2011).

No entanto, as aves geralmente restringem a ingestão voluntária de alimentos para reduzir a produção de calor metabólico em regiões de clima quente (Soares *et al.*, 2020). Assim, a formulação de rações para codornas criadas em

ISBN 978-65-5360-825-2 - Vol. 1 - Ano 2024 - www.editoracientifica.com.br

clima quente deve levar em consideração a relação entre o consumo voluntário de ração e as densidades energéticas e nutricionais da dieta (Sakomura e Rostagno, 2016), especialmente no que diz respeito ao perfil ideal de aminoácidos e sua relação com energia (Castro *et al.*, 2020).

As principais fontes de lisina nas dietas são os alimentos vegetais que não fornecem as quantidades necessárias para maximizar a deposição, o tamanho e a massa da proteína do ovo. A lisina sintética e outros aminoácidos essenciais foram adicionados às dietas para atender às suas necessidades de quantidade sem aumentar excessivamente a proteína bruta da dieta. Além disso, os aminoácidos sintéticos também contribuem para minimizar o incremento calórico induzido pela proteína bruta da dieta, sendo especialmente relevantes em aves expostas ao estresse calórico. No entanto, existem preocupações relacionadas ao excesso de lisina na dieta sobre a toxicidade metabólica e antagonismo de absorção com outros aminoácidos como a arginina (Barreto *et al.*, 2006).

A glutamina é classificada como um aminoácido não essencial, de acordo com a capacidade do organismo de sintetizá-lo e apresenta-se como mais abundante no plasma e no tecido muscular (Cruzat *et al.*, 2009). Além de combustível energético para os enterócitos e as células imunológicas, a glutamina é precursora de nucleotídeos, moléculas importantes no desenvolvimento e reparo das células imunológicas e intestinais (Abreu *et al.*, 2010). Com isso, a adição de produtos com ação trófica na mucosa intestinal e no sistema imune dos animais de produção em situações de estresse pode fazer com que estes apresentem melhores condições para realizar os processos de digestão e absorção de nutrientes da dieta e, consequentemente, melhorem o desempenho (Zavarize *et al.*, 2010).

Assim os estudos conduzidos entre 2013 e 2021 (Paula, 2015; Staub, 2016; Jesus, 2017; Domiciano, 2017; Fonseca *et al.*, 2021; Rodrigues, 2019) tiveram como objetivos avaliar os efeitos do aumento dos níveis de glutamina (Gln), lisina digestível (DLys) e energia metabolizável (EM) em dietas para codornas japonesas criadas em diferentes ambientes térmicos sobre o desempenho da postura, massa e qualidade dos ovos, parâmetros fisiológicos e sanguíneos e viabilidade econômica. Dentre os principais estudos, destacamos:

1. Níveis de glutamina para codornas japonesas criadas em diferentes ambientes térmicos;

2. Níveis de lisina digestível e energia metabolizável para codornas japonesas criadas em ambiente termoneutro na fase inicial de produção (60 a 172 dias de idade), fase final de produção (173 a 285 dias de idade) e pós muda forçada (286 a 421 dias de idade);
3. Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para codornas japonesas em fase inicial de produção (63 a 175 dias de idade) e fase final de produção (176 a 288 dias de idade) criadas em estresse térmico.

Diante do exposto, torna-se importante o desenvolvimento de planos nutricionais de alimentação para codornas japonesas criadas em diferentes ambientes térmico para o máximo potencial produtivo, bem como estabelecer as diferentes fases de produção o que poderá contribuir para melhora do desempenho e redução dos custos de produção.

PESQUISAS EM NUTRIÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS

Níveis de glutamina para codornas japonesas criadas em diferentes ambientes térmicos

Contexto:

A glutamina tem sido tema de vários estudos na nutrição animal por sua capacidade de participação em funções metabólicas relevantes, tendo como principal órgão de consumo e utilização de glutamina o trato gastrointestinal, sendo este um substrato quantitativamente mais importante para os enterócitos do que a glicose. Além disso, a glutamina pode ser um componente dietético necessário para a manutenção do metabolismo, da estrutura e da função da mucosa intestinal, seja em estados patológicos ou de estresse.

Objetivo:

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito da glutamina sobre o desempenho produtivo, qualidade de ovos e parâmetros fisiológicos e sanguineos de codornas japonesas criadas em diferentes ambientes térmicos.

Métodos:

O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, em parcelas sub subvididas com períodos de produção na parcela, temperaturas (termoneutra e estresse térmico) na sub parcela e os níveis de glutamina (0,0; 1,5 e 3,0 na sub parcela, com cinco repetições de 7 aves por unidade experimental.

Foram avaliados os desempenhos produtivos por meio das variáveis: peso médio das aves (g), consumo de ração (g), produção de ovos (%), massa de ovos (g) e conversão alimentar por grama de ovos produzidos (g/g). Características de qualidade de ovos por meio das variáveis: peso do ovo (g), gravidade específica, unidade *Haugh*, cor da gema (valor de L* e b*), porcentagem de gema, albúmen e casca, pH do albúmen e espessura de casca. E parâmetros fisiológicos e sanguíneos por meio das variáveis: temperatura cloacal (TCL), temperatura corporal (TC), contagem de leucócitos totais e relação Heterófilo:Linfócito (H:L).

Resultados:

Houve diferença no peso médio das aves para os períodos de criação e temperatura, na qual as aves tiveram maior peso no segundo período quando criadas em temperatura termoneutra. O consumo de ração apresentou efeito de interação entre os níveis de glutamina e temperatura, as aves consumiram mais ração contendo os 1,5 e 3% de glutamina quando criadas em temperatura termoneutra, e maior consumo quando receberam 3,0% de glutamina criadas em estresse térmico. Houve diferença quando avaliados os períodos de produção e níveis de glutamina para produção de ovos massa de ovos e conversão alimentar. Com uma maior produção de ovos no segundo período e quando as aves receberam 1,5 e 3,0% de glutamina. Para a massa de ovos e conversão alimentar, os valores foram melhores também no segundo período para as aves que receberam 3,0% de glutamina. Para características de qualidade de ovos, as dietas suplementadas com adição de glutamina propiciaram melhoras para peso do ovo, pH e porcentagem de casca, sendo as demais variáveis influenciadas pelos períodos de produção e temperatura que as aves foram criadas.

As médias de TCL, apresentaram efeito para glutamina e períodos de produção, com médias menores para as aves que receberam 3,0% de glutamina.

Quando avaliados os quatro períodos de produção, no qual a TCL das aves foi maior para os três últimos períodos avaliados e menor somente no primeiro período de produção. Nas avaliações de TC, o efeito ocorreu entre o período e temperatura, com valores maiores no segundo período e menores em temperatura de estresse térmico. As avaliações de leucócitos totais apresentaram diferença para períodos de produção com valor maior somente para o quarto período avaliado. Para relação H:L, houve interação entre períodos e temperatura com valores maiores para o segundo e quarto período para aves criadas em estresse térmico e para o terceiro período acondicionadas em temperatura termoneutra.

Conclusão:

O ambiente termoneutro e a adição de glutamina na dieta de codornas japonesas em produção promoveram maior desempenho produtivo e melhora nas características de qualidade de ovos como o peso do ovo, pH e porcentagem de casca. Além de diminuir a temperatura cloacal sem afetar a temperatura corporal e parâmetros sanguíneos.

Níveis de lisina digestível e energia metabolizável para codornas japonesas criadas em ambiente termoneutro durante todo ciclo de produção e pós muda forçada

Contexto:

A ingestão de energia tem um papel central na regulação do consumo de ração das aves e, consequentemente, no desempenho produtivo. Desta forma, na formulação de dietas deve-se levar em consideração a relação de energia com os demais nutrientes. Desta forma, aminoácidos industriais tem sido adicionados às dietas com a finalidade de aumentar a concentração de aminoácidos essenciais sem que seja necessário o aumento dos níveis de proteína bruta das dietas.

Objetivo:

O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos de incremento dos níveis de lisina digestível (DLys) e energia metabolizável (EM) para codornas japonesas

durante todo o ciclo de produção e pós-muda forçada criadas em ambientes termoneutros sobre o desempenho produtivo, qualidade interna e externa dos ovos e viabilidade econômica da produção.

Métodos:

Pesquisas direcionadas à avaliação em ambiente termoneutro foram divididas em três dissertações (experimentos). A primeira dissertação focada neste tema foi intitulada "Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para codornas de postura em ambiente termoneutro" (Staub, 2016).

Foram utilizadas 780 codornas de postura distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, em um arranjo fatorial 3 x 4 (níveis de EM = 2600; 2875 e 3150 kcal e níveis de DLys = 0.90; 1.05; 1.20 e 1.35%), totalizando 12 tratamentos, com cinco repetições e 13 aves por unidade experimental. O período experimental teve duração de 112 dias (60 a 172 dias de idade), divididos em 4 ciclos de postura de 28 dias cada para avaliação do desempenho e qualidade dos ovos.

A segunda dissertação nessa temática foi intitulada "Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para codornas japonesas em produção" (Jesus, 2018).

Foram utilizadas 540 codornas japonesas com 172 dias de idade e peso corporal de 152 g ± 0,009, distribuídas em um delineamento inteiramente casualisado com 12 tratamentos, em esquema fatorial 3×4 (níveis de EM: 2.600, 2.875 e 3.150 kcal de EM/Kg de dieta e níveis de DLys: 0,90, 1,05, 1,20, 1,35%), com cinco repetições e nove aves por unidade experimental. As aves foram criadas em instalações climatizadas com temperatura de 22,37ºC ± 3,66 e alimentação e água ad libitum. O período experimental compreendeu 4 ciclos produtivos de 28 dias.

A terceira dissertação com a temática de aves criadas em ambientes termoneutro foi intitulada "Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para codornas japonesas após muda forçada" (Domiciano, 2018).

Foram utilizadas 216 codornas japonesas com 42 semanas de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualisado, em esquema fatorial 3x4 (níveis de EM: 2.600, 2.875 e 3.150 kcal EM/kg de ração e níveis de DLys: 0,90; 1,05; 1,20 e 1,35%), totalizando 12 tratamentos com três repetições e seis aves por unidade experimental. As aves foram criadas em ambiente termoneutro com temperatura de 23,00 ± 2,32°C e alimentação à vontade. O período experimental

teve duração de 135 dias, sendo 23 dias para a realização da muda forçada e adaptação às dietas experimentais e 112 dias para coleta de dados, divididos em 4 ciclos de 28 dias.

Resultados:

- **Fase inicial de produção**

Houve efeito de interação entre os níveis de EM e DLys, e efeito quadrático em função dos níveis de DLys para o peso corporal (PC), resistência de casca (RC) e teor de proteína bruta na gema de ovos (PBG), apresentando estimativas de máximo PC e RC com 1,13 e 1,16% de DLys associados com 2600 e 3150 kcal/kg de EM. A máxima deposição de PBG foi com 1,11% de DLys associado a 2875 kcal/kg de EM. O aumento dos níveis de DLys na dieta aumentou linearmente o consumo (kcal/ave/dia) e o gasto de DLys (mg/g de ovo produzido). Codornas alimentadas com 3150 kcal/kg de EM apresentaram menores gastos de DLys (mg/g de ovo produzido), melhores conversões alimentares (g/g e kg/dz) e porcentagem de casca, enquanto codornas alimentadas com 2875 e 3150 kcal/kg de EM apresentaram maiores porcentagem de postura, massa e peso dos ovos e retorno econômico. A maior pigmentação de amarelo da gema foi observada com 2875 kcal/kg de ME na dieta em comparação aos níveis de 2600 e 3150 kcal/kg de ME (Staub, 2016).

- **Fase Final de produção**

Houve interação entre os níveis de EM e DLys para o peso corporal, consumo de ração, consumo de lisina digestível, consumo de energia metabolizável, porcentagem de casca, espessura de casca e índice de lucratividade, em que dietas contendo 2.600 kcal/kg de EM apresentaram estimativas de DLys de 1,11; 1,13; 1,26; 1,13; 1,14; 1,13 e 1,08%, respectivamente. A EM e DLys apresentaram efeito independente sobre a massa de ovos, porcentagem de postura, conversão alimentar em g/massa de ovos e kg/dz de ovos, conversão alimentar por consumo de energia metabolizável, peso do ovo e gravidade específica. A EM apresentou efeito independente sobre a cor b*, renda bruta e lucro operacional. (Jesus, 2018).

- **Pós muda forçada**

Houve interação entre os níveis de EM e DLys sobre o peso corporal, consumo de ração, consumo de lisina digestível, consumo de energia metabolizável, massa de ovos, peso dos ovos, porcentagem de gema, Unidade Haugh, altura e porcentagem de albúmen, valores de b* da cor das gemas, renda bruta, lucro operacional e índice de lucratividade. Não foram observadas diferenças sobre o número de ovos comercialmente viáveis e o pH do albúmen dos ovos. O aumento dos níveis de EM reduziu conversão alimentar e aumentou a porcentagem de postura. O nível de 3.150 kcal/kg de EM na ração proporcionou a melhor conversão alimentar g de ração/g de ovos, kg de ração/dz de ovos produzidas, maior porcentagem de postura, gravidade específica, porcentagem e espessura de casca de ovos de codornas. Dietas com 3.150 kcal/kg de EM associadas a 1,09% de DLys, proporcionou maior massa de ovos e quando associada a 1,35% de DLys proporcionou maior peso de ovos. O nível de 2.875 kcal/kg de EM associado a 1,35% de DLys produziu a melhor altura de albúmen e Unidade Haugh dos ovos de codornas japonesas criadas em ambiente termoneutro após a muda forçada.

Conclusão:

Para a fase inicial de postura de codornas japonesas criadas em ambiente termoneutro, rações com 2.875 kcal/kg de EM associado a 0,90% de DLys atende às necessidades de máximo desempenho de postura, massa e qualidade de ovos e retorno econômico com os menores gastos de DLys por grama de ovo produzido.

Já para codornas na fase final de produção o indicado são dietas contendo 3.150 kcal de EM/kg associadas 1,07% de DLys, que promovem melhor conversão alimentar por massa de ovos produzidos e dietas contendo 2.875 kcal de EM/kg combinadas com 1,08% de DLys possibilitam melhor conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos e conversão alimentar por consumo de energia metabolizável.

E para codornas japonesas após muda forçada a exigência nutricional de EM para melhor conversão alimentar, maior massa de ovos, porcentagem de postura, gravidade específica e porcentagem e espessura de casca de ovos é de 3.150 kcal/kg de EM. O nível de 1,09% de DLys na dieta é suficiente para

proporcionar maior massa de ovos, contudo, para maior peso dos ovos, devem ser utilizados 1,35% ou mais de lisina digestível.

Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para codornas japonesas em fase inicial de produção (63 a 175 dias de idade) e fase final de produção (176 a 288 dias de idade) criadas em estresse térmico.

Contexto:

Em zonas de clima tropical, os produtores de ovos de codornas encaram efeitos prejudiciais da flutuação do calor e da temperatura no desempenho de produtividade, na massa e na qualidade dos ovos. Determinar níveis adequados de energia metabolizável (EM) e lisina digestível (DLys) na dieta para a produção máxima de ovos de codornas japonesas é importante para apoiar as tabelas de requisitos nutricionais, facilitando a formulação de dietas com custo mínimo e retorno econômico máximo.

Objetivo:

O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos de níveis de lisina digestível (DLys) e energia metabolizável (EM) para codornas japonesas sobre o desempenho produtivo, qualidade interna e externa dos ovos e viabilidade econômica de codornas japonesas durante todo o ciclo de produção criadas sob estresse térmico.

Métodos:

Pesquisas direcionadas à avaliação dos efeitos de DLys e EM para codornas japonesas criadas em ambiente sob estresse térmico foram divididas em duas dissertações (experimentos). A primeira dissertação focada neste tema foi intitulada "Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para codornas japonesas em fase inicial de postura criadas em estresse térmico" (Fonseca, 2019).

Foram utilizadas 780 codornas com 63 dias de idade e peso médio corporal de 149g ± 0,010 em um experimento em delineamento inteiramente casualizado com 12 tratamentos, em esquema fatorial 3 x 4 (níveis de EM = 2.600, 2.875 ou

3.150 kcal/kg e níveis de DLys = 0,90; 1,05; 1,20 ou 1,35%), cinco repetições e 13 aves por unidade experimental. O período experimental teve duração de 112 dias divididos em 4 ciclos de postura de 28 dias. As temperaturas média, máxima e mínima e umidade relativa (UR) registradas foram 27,8, 38,4 e 19,4ºC, respectivamente e 67,6% de UR.

A segunda dissertação nessa temática foi intitulada "Energia metabolizável e lisina digestível para codornas japonesas em fase final de postura em estresse térmico por calor" (Rodrigues, 2018).

Utilizou-se 600 fêmeas de codornas japonesas em postura, distribuídas em um delineamento inteiramente casualisado, em esquema fatorial 3x4 (níveis de EM: 2.600, 2.875 e 3.150 kcal EM/kg de dieta e níveis de DLys: 0,90, 1,05, 1,20, 1,35%), totalizando 12 tratamento com cinco repetições e dez aves por unidade experimental. As aves foram criadas em temperatura ambiente com média de 27º C. O período experimental teve duração de 112 dias, divididos em 4 ciclos de 28 dias.

Resultados:

Para a fase inicial de postura de codornas japonesas criadas sobre estresse térmico, não houve efeito de interação entre EM e DLys para as variáveis avaliadas. Os níveis de DLys aumentou linearmente o consumo de DLys, consumo de energia líquida e incremento calórico. As variáveis de peso corporal, consumo de ração, consumo de energia metabolizável, conversão alimentar, produção, peso e massa de ovos, ovos viáveis para comercialização, gravidade específica, espessura e peso das cascas, receita bruta, margem de rentabilidade e índice de lucratividade apresentaram melhores resultados com os níveis de 2.875 e 3.150 kcal de EM/kg da dieta comparada de 2.600 kcal de EM.

Codornas na fase final de produção criadas sobre estresse térmico observou-se aumento do peso corporal, consumo de EM e gravidade específica dos ovos das aves suplementadas com dietas contendo 3.150 kcal/kg de EM. Os maiores consumo de ração, conversão alimentar (g/g e kg/dz), eficiência alimentar (g/g e dz/kg), porcentagem de postura, massa de ovos, ovos viáveis para comercialização, peso do ovo, renda bruta, lucro operacional e índice de lucratividade foram observados com a inclusão dos níveis de 2.850 e 3.150 kcal/kg de EM.

Conclusão:

Na fase inicial de postura o nível 3.150 kcal/kg de EM nas dietas para máxima produção e massa de ovos e quando associado a 0,90% de DLys são suficientes para promove a melhor eficiência energética e de lisina por grama de ovo produzidos de codornas japonesas criadas em estresse térmico.

Na fase final de postura de codornas japonesas criadas sob estresse térmico o nível de EM para melhor conversão alimentar foi obtida com a inclusão do nível de 2.875 kcal/kg de EM com o nível de 0,90% de Lisd na dieta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

A utilização de glutamina na dieta de codornas japonesas criadas em ambientes termoneutro promove maior desempenho produtivo e melhora nas características de qualidade de ovos.

Codornas japonesas na fase inicial de produção necessitam de dietas com 2.875 kcal/kg de EM associado a 0,90% de DLys, para obter os melhores índices de desempenho zootécnicos, já na fase final de produção o indicado são dietas contendo 3.150 kcal de EM/kg associadas 1,07% de DLys. E para aves pós muda forçada a exigência nutricional 3.150 kcal/kg de EM associada ao nível de 1,09% de DLys é o mais indicado.

Em codornas japonesas criadas em ambientes sob estresse térmico recomenda-se a utilização de dietas com 3.150 kcal/kg de EM na fase inicial e 2.875 kcal/kg de EM na fase final e o nível de 0,90% de DLys durante todo o período de produção.

Agradecimentos

Estes estudos foram apoiados pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Brasil (CNPq - Processo N◦ 447815/2014-8), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT). Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) e FAPEMAT – Código de Financiamento 001. Agradecemos a Ajinomoto Animal Nutrition e Nutract Produtos Agropecuários, pela doação dos aminoácidos e suplemento mineral e vitamínico.

Contribuições Do Autor

Este capítulo foi preparado pela Profª. Drª. Ana Paula Silva Ton utilizando os dados gerados por um grande grupo de pessoas dedicadas ao sucesso do desenvolvimento da coturnicultura no Estado de Mato Grosso. Contribuiu para a formação de trinta e dois estudantes em iniciação científica e orientou dez dissertações sobre o tema na UFMT, impactando diretamente a área de nutrição de codornas japonesas, com aplicações práticas observadas no setor de coturnicultura.

LITERATURA CITADA

Obras geradas no PPGZ

PAULA, Joyce de. Dissertação de Mestrado (Zootecnia), Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop, 2015, 90 f. Glutamina em dietas para codornas de postura criadas em diferentes ambientes térmicos. Orientadora: Profª. Drª. Claudia Marie Komiyama, Coorientadores: Profª. Drª. Ana Paula Silva Ton e Prof. Dr. Anderson Corassa.

STAUB, Lidiane. Dissertação de Mestrado (Zootecnia), Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop, 2016, 51f. Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para codornas de postura em ambiente termoneutro. Orientadora: Profª. Drª. Ana Paula Silva Ton, Coorientadores: Profª. Drª. Claudia Marie Komiyama e Prof. Dr. Anderson Corassa.

JESUS, Aldemar Marques de. Dissertação de Mestrado (Zootecnia), Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop, 2018, 68 f. Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para codornas japonesas em produção. Orientadora: Profª. Drª. Ana Paula Silva Ton, Coorientador: Prof. Dr. Anderson Corassa.

DOMICIANO, Ivete Ricken. Dissertação de Mestrado (Zootecnia), Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop, 2018, 60f. Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para codornas japonesas após muda forçada. Orientadora: Profª. Drª. Ana Paula Silva Ton. Coorientador: Prof. Dr. Anderson Corassa.

RODRIGUES, Carolina Pereira. Dissertação de Mestrado (Zootecnia), Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop, 2019, 63f. Energia metabolizável e lisina digestível para codornas japonesas em fase final de postura em estresse térmico por calor. Orientadora: Profª. Drª. Ana Paula Silva Ton, Coorientador: Prof. Dr. Anderson Corassa.

FONSECA, Tatiane da Silva. Dissertação de Mestrado (Zootecnia), Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop, 2019, 60f. Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para codornas japonesas em fase inicial de postura criadas em estresse térmico. Orientadora: Profª. Drª. Ana Paula Silva. Coorientador: Prof. Dr. Maicon Sbardella.

Referencial teórico (outras literaturas consultadas)

Abreu, M. L. T., Donzele, J. L., Saraiva, A., Oliveira, R. F. M., Fortes, E. I., & Graña, G. L.. (2010). Glutamina, nucleotídeos e plasma suíno em rações para leitões desmamados. Revista Brasileira De Zootecnia, 39(3), 520–525. https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000300010

Barbosa Lima, R., Silva, J., Givisiez, P., Martins, T., Saraiva, E., Costa, F., & Macari, M.. (2014). Influence of environmental temperature and electrolyte balance on the performance of quails (Coturnix Coturnix Coturnix). Brazilian Journal of Poultry Science, 16(3), 249–256. https://doi.org/10.1590/1516-635x1603249-256

Barreto, S.L.D.T., Araujo, M.S.D., Umigi, R.T., Donzele, J.L., Rocha, T.C.D., Pinheiro, S.R.F., Teixeira, R.B., Abreu, F.V.D.S., Silva, R.F. (2006). Exigência nutricional de lisina para codornas européias machos de 21 a 49 dias de idade. Revista Brasileira de Zootecnia 35, 750–753. https://doi.org/10.1590/s1516-35982006000300016

Caldara, F. R., Ducatti, C., Berto, D. A., Denadai, J. C., Silva, E. T. da, & Garcia, R. G. (2008). Efeito da glutamina sobre o turnover do carbono (δ13C) de músculos e vísceras de leitões desmamados: glutamina e turnover de carbono tecidual. Acta Scientiarum. Animal Sciences, 30(3). https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v30i3.5712

Castro, M. R., Pinheiro, S. R. F., Dalólio, F. S., Lima, H. J. D. Á., Abreu, L. R. A., Oliveira, R. G., Mota, L. F. M., & Carvalho, D. C. O. (2020). Estimates for digestible threonine: lysine for 21 - 35-day-old female meat-type quails. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, 21, e2121292020. https://doi.org/10.1590/S1519-99402121292020

Cruzat, V. F., Petry, É. R., & Tirapegui, J. (2009). Glutamina: aspectos bioquímicos, metabólicos, moleculares e suplementação. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 15(5), 392–397. https://doi.org/10.1590/S1517-86922009000600015

Fonseca, T. S., Ton, A. P. S., Corassa, A., Sbardella, M., Rodrigues, C. P., Andrade, E. A., Amaral, A. G., Domiciano, I. R., & Grieser, D. O. (2021). Metabolizable energy and digestible lysine for Japanese quails reared in a hot climate. Livestock Science, 245(March 2020), 104427. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104427

Lima, H. J. D., Barreto, S. L. T., Donzele, J. L., Souza, G. S., Almeida, R. L., Tinoco, I. F. F., & Albino, L. F. T. (2016). Digestible lysine requirement for growing Japanese quails. Journal of Applied Poultry Research, 25(4), 483–491. https://doi.org/10.3382/japr/pfw030

Mehri, M., Bagherzadeh Kasmani, F., & Asghari-Moghadam, M. (2015). Estimation of lysine requirements of growing Japanese quail during the fourth and fifth weeks of age. Poultry science, 94(8), 1923–1927. https://doi.org/10.3382/ps/pev153

Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.; Calderano, A.A.; Hannas, M.I.; Sakomura, N.K.; Perazzo, F.G.; Rocha, G.C.; Saraiva, A.; Abreu, M.L.; Genova, J.L.; *et al.* (2024). Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais; Rostagno, H.S., Ed.; 5th ed.; Suprema: Visconde do Rio Branco.

Sakomura, N.K; Rostagno, H.S. (2016). Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. 2 ed. Funep: Jaboticabal.

Soares, K. R., Lara, L. J. C., Martins, N. R. S., Silva, R. R., Pereira, L. F. P., Cardeal, P. C., & Teixeira, M. P. F. (2020). Protein diets for growing broilers created under a thermoneutral environment or heat stress. Animal Feed Science and Technology, 259, 114332. https://doi.org/10.1016/J.ANIFEEDSCI.2019.114332

Zavarize, K. C., Sartori, J. R., Pezzato, A. C., Garcia, E. A., & Cruz, V. C. (2011). Glutamina na dieta de poedeiras leves submetidas ao estresse pelo calor e à termoneutralidade. Ciência Animal Brasileira, 12(3). https://doi.org/10.5216/cab.v12i3.2535

03

COPRODUTOS DE ETANOL DE GRÃOS PARA SUÍNOS E AVES

Anderson Corassa
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Ana Paula Silva Ton
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Brena Cristine Rosário Silva
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Daniela Rocha da Silva
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Fanny Leonila Velasquez Moreno
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Igor Willian Wrobel Straub
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Iziz Paula Anhõn da Silva Lautert
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Jéssika Lúcia Stuani
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Lariza Luana da Silva
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Leonardo Willian de Freitas
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Lester Josué Posadas Mendoza
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Tatiane Izabel Silva dos Santos
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Vivian Luana Rothmund
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

10.37885/241218399

RESUMO

Foram desenvolvidos estudos para demandas locais com impacto global. Coprodutos de etanol de milho como DDG, DDGS, HPDDG, CBS e xarope apresentam variação nutricional assim como DDGS de usinas diferentes. HPDDG apresenta maiores valores de nutrientes e energia para suínos e frangos. DDGS de milho apresenta melhores valores de nutrientes e energia que DDGS de sorgo. Inclusões de até 60% de DDGS comprometem a digestibilidade de partes das dietas para suínos, mas valores são subestimados com método indicador. Até 30% de DDGS para suínos em terminação inicial não altera desempenho e carcaça. Não há interação entre DDGS e fitase ou xilanase para digestibilidade e desempenho de suínos em crescimento. Porcas em gestação alimentadas com maiores inclusões de DDGS apresentam mais comportamentos de saciedade e mantém desempenho e qualidade de leite na lactação. O HP-DDGS pode substituir totalmente o farelo de soja sem afetar o desempenho enquanto o DDGS pode impactar no consumo e conversão alimentar de codornas de corte. Maiores inclusões de xilanase em dietas contendo DDGS melhoram digestibilidade e desempenho de frangos de corte.

Palavras-chave: avicultura; DDGS; digestibilidade; HPDDG; suinocultura.

ABSTRACT

Studies have been developed for local demands with global impacts. Corn ethanol coproducts such as DDG, DDGS, HPDDG, CBS and syrup present nutritional variations as well as DDGS from different plants. HPDDG presented relatively high nutrient and energy values for swine and broilers. Corn DDGS presents better nutrient and energy values than sorghum DDGS does. Inclusions of up to 60% DDGS compromise the digestibility of parts of the diets for swine, but values are underestimated with the indicator method. Up to 30% DDGS for early finishing pigs does not alter performance or carcass quality. There was no interaction effect between DDGS and phytase or xylanase on the digestibility or performance of growing pigs. Gestating sows fed higher DDGS contents present more satiety behaviors and maintain performance and milk quality during lactation. HP-DDGS can completely replace soybean meal without affecting performance, whereas DDGS can impact the intake and feed conversion of meat quails. A greater inclusion of xylanase in diets containing DDGS improved the digestibility and performance of broilers.

Keywords: DDGS; digestibility; HPDDG; poultry production; swine production.

INTRODUÇÃO

A identificação de demandas locais apresenta-se como etapa inicial para atendimento da sociedade através do conhecimento. Problemas ou limitações em alguma etapa da produção animal podem ser logo percebidos, entretanto, a fundamentação de sua existência e as hipóteses de suas soluções requerem atenção. Revelar o estado da arte de cada problema permite delinear pesquisas que esclareçam dúvidas importantes. Logo, o desenvolvimento de estudos científicos permite amenizar ou dirimir a causa a partir da aplicação de métodos respaldados pela ciência.

Neste sentido, a formação intelectual à partir do ensino de pós-graduação possibilita treinar pessoas com capacidade crítica na identificação dos problemas e competência no processo investigativo das soluções. Por isso, o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFMT em Sinop-MT, habilita-se a formatar pessoas e soluções para a cadeia produtiva potencializando o crescimento da sociedade.

Assim, os estudos desenvolvidos pela equipe aqui referenciada, objetivaram atendem às demandas locais, mas projetam-se em nível global por serem contemporâneos e cosmopolitas.

O conhecimento sobre novos ingredientes para alimentação de suínos e aves é demanda sempre atual. Desta forma, produtos ou coprodutos das indústrias de biocombustíveis vem surgindo nos últimos anos, com destaque à coprodutos de etanol de grãos. Produzidos a partir de indústrias que foram impulsionadas pela corrente da sustentabilidade, renováveis, como opção aos combustíveis fósseis, apresentam potencial de uso na alimentação animal. Não obstante, necessitam de sua caracterização físico, química, biológica e econômica para melhor uso nas dietas de suínos e aves. Pesquisas que apresentem o perfil nutricional, com virtudes e limitações, melhor nível de inclusão e potencial econômico, foram demandadas.

O conhecimento das matérias-primas, do processo produtivo, possíveis contaminantes, variações entre indústrias e seus impactos sobre os animais são informações muito relevantes, principalmente por se tratar de ingredientes novos. Logo, um bom número de estudos foi desenvolvido neste sentido para que toda cadeia produtiva obtivesse êxito. Avaliações das composições bromatológicas, ensaios de metabolismo, indicadores bioquímicos e testes de desempenho e composição de carcaça e carne foram realizadas.

COPRODUTOS DE ETANOL DE GRÃOS PARA SUÍNOS

Pesquisas foram direcionadas à avaliação de coprodutos de biocombustíveis, em especial para os coprodutos da produção de etanol a partir de grãos. A primeira dissertação focada neste tema foi intitulada "Valor nutricional de coproduto da produção de etanol de milho para suínos" e elaborada por Iziz Paula Anhõn da Silva Lautert.

A utilização de coprodutos na alimentação animal pode agregar valor significativo à produção de proteína animal a partir de produtos de baixo custo. Portanto, é fundamental realizar estudos para caracterizar os valores nutritivos dos DDGS (distillers dried grains with solubles) provenientes da produção de etanol de milho em Mato Grosso. Foi realizada uma revisão da literatura para contextualizar o processamento do etanol até a produção de DDGS e seu uso em dietas para suínos, além de serem conduzidos experimentos para determinar o valor nutricional do DDGS utilizando as metodologias de coleta total de fezes e urina e o método de indicador com óxido crômico e outro estudo para avaliar o desempenho e qualidade da carne e carcaça de suínos alimentados com diferentes níveis de inclusão de DDGS de milho.

Considerando a importância da produção de biocombustíveis e as políticas governamentais brasileiras que incentivam sua produção, espera-se aumento na produção de biocombustíveis e na disponibilidade de novas fontes renováveis de combustíveis. Isso resultará em grandes quantidades de coprodutos, como DDGS, que podem ser usados na dieta de suínos. Esses coprodutos têm o potencial de reduzir os custos das dietas ao substituir ingredientes mais caros, como milho e farelo de soja, e de minimizar o impacto ambiental do acúmulo de resíduos nas unidades produtoras de biocombustíveis.

Embora a produção de etanol a partir do milho possa ser considerada inviável devido ao alto custo do grão no Brasil, essa realidade pode ser diferente em algumas regiões, como o Mato Grosso, onde existem plantas de biocombustíveis baseadas em grãos e cana-de-açúcar. A revisão da literatura conclui que o uso de DDGS de milho em dietas para suínos é vantajoso e pode ser incluído em até 30% na dieta de suínos em crescimento e terminação, sem comprometer o desempenho e a qualidade da carne e da carcaça. Para fêmeas suínas em gestação e lactação, recomenda-se a inclusão de 50% e 30% de DDGS, respectivamente. O DDGS

apresenta valores de energia metabolizável, extrato etéreo, fibra bruta e proteína superiores aos do milho e do farelo de soja, mas a digestibilidade dos aminoácidos é inferior, exigindo ajustes no balanço dos aminoácidos essenciais.

No primeiro estudo, a digestibilidade do DDGS foi avaliada. Este estudo visou determinar a digestibilidade de dietas contendo DDGS de milho para suínos, utilizando diferentes metodologias. Foram utilizados oito suínos machos castrados, com peso médio inicial de 20 kg ± 7,07, distribuídos individualmente em gaiolas de metabolismo. Os suínos foram alimentados com dietas contendo 0%, 20%, 40% e 60% de DDGS de milho. Foram avaliadas duas metodologias de digestibilidade: a coleta total de fezes e urina e o uso de óxido crômico como indicador.

Os resultados mostraram que o DDGS apresentou 3.691 Kcal/kg e 3.213 Kcal/kg de energia metabolizável, conforme determinado pelos métodos de coleta total e indicador, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores de energia e Coeficientes de digestibilidade (CD) da composição química de DDGS para suínos determinados através dos métodos de coleta total (CT) e indicador cromo (Cr).

Variáveis [1]	DDGS (%)			Método		Significância*			
	20	40	60	CT	Cr	L	Q	Método	MxD[1]
EM (Kcal/kg)	3445	3447	3465	3691	3213	0,8618	0,9411	<0,0001	0,8622
EMn (Kcal/kg)	3404	3372	3371	3562	3203	0,7859	0,8877	0,0001	0,9556
CD MS (%)	75,38	68,70	66,82	76,78	63,83	0,0043	0,3247	<0,0001	0,2291
CD PB (%)	76,04	77,78	79,68	82,71	72,96	0,2522	0,9777	0,0006	0,6448
CD EE (%)	65,59	61,09	60,30	69,13	55,52	0,3831	0,7219	0,0091	0,7547
CD FDN (%)	82,18	73,28	71,90	82,18	69,39	0,0140	0,279	0,0004	0,2850

1 Energia metabolizável (EM), energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMn), Matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN). *Nível de significância <0,05. L (Efeito Linear) Q (Efeito Quadrático).[1]Interação método de digestibilidade e níveis de DDGS.

Fonte: (Lautert, 2016).

A inclusão de DDGS em níveis superiores a 20% impactou negativamente os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, extrato etéreo, matéria mineral e fibra em detergente neutro das dietas. Além disso, o método de coleta por indicador com óxido crômico subestimou todos os parâmetros de digestibilidade quando comparado ao método de coleta total.

Os dados indicam que o método de indicador com óxido crômico apresentou valores inferiores para os parâmetros de digestibilidade em comparação com o método de coleta total. A inclusão crescente de DDGS nas dietas afetou negativamente a digestibilidade e o valor de energia metabolizável do DDGS. No entanto,

ISBN 978-65-5360-825-2 - Vol. 1 - Ano 2024 - www.editoracientifica.com.br

a utilização de até 60% de DDGS na dieta não comprometeu a determinação dos valores de energia digestível e metabolizável para suínos.

Como última parte desta dissertação, foi realizado o estudo intitulado "Desempenho e características de carcaça e carne de suínos alimentados com diferentes níveis de DDGS de milho". O objetivo principal foi avaliar o impacto de diferentes níveis de DDGS de milho no desempenho e na qualidade da carne de fêmeas suínas. O experimento envolveu 40 fêmeas suínas com peso médio inicial de 63,89 ± 9,31 kg, distribuídas em 20 baias, e alimentadas com quatro dietas contendo 0%, 10%, 20% ou 30% de DDGS de milho, com dois animais por tratamento, utilizando um delineamento em blocos inteiramente casualizados.

As variáveis analisadas incluíram desempenho, características de carcaça e qualidade da carne. Os resultados mostraram que os níveis de DDGS não tiveram impacto significativo no peso corporal, no consumo médio diário (CMD), na conversão alimentar (CA) ou no ganho de peso médio diário (GMD) (Tabela 2).

Tabela 2 - Peso e características de carcaça e carne de suínos alimentados com diferentes níveis de DDGS.

	1DDGS (%)				Significância			²CV (%)
	0	10	20	30	Linear	Quadrático	Cúbico	
Peso inicial (kg)	63,14	64,21	63,96	64,24	0,5950	0,7536	0,7412	4,35
Peso final (kg)	87,97	88,05	87,55	84,47	0,3943	0,2753	0,8751	7,09
PC (%)	67,74	67,45	67,07	64,94	0,4005	0,4903	0,6109	6,69
RC (%)	77,00	76,66	76,61	76,88	0,9631	0,3989	0,5511	4,32
ET (%)	10,79	10,69	10,81	9,45	0,2480	0,3641	0,5682	13,8
AOL(cm^2)	49,06	49,07	50,35	49,65	0,7414	0,8641	0,7392	9,24
PG³ (%)	5,48	6,11	6,25	4,91	0,6901	0,2704	0,7931	33,52
*a**4	8,34	8,82	7,59	7,45	0,0213	0,3433	0,0704	8,71
*L**	53,78	53,51	54,92	54,13	0,2214	0,5514	0,0723	1,78

¹DDGS: Dried Distillers Grains With Solubles; ²CV: Coeficiente de Variação. Peso de Carcaça (PC), Rendimento de Carcaça (RC), Espessura de Toucinho (ET), Área de Olho de Lombo (AOL), 4 Ŷ=8,6351-0,0391DDGS. ³PG: Perda por gotejamento, *L** (luminosidade), *a** (variação entre a coloração vermelha a verde).

Fonte: (Lautert, 2016).

No entanto, níveis superiores a 19,42% de DDGS reduziram o CMD no período de 0 a 15 dias. Embora os níveis de DDGS não tenham afetado substancialmente as características de carcaça e a qualidade da carne, observou-se uma diminuição linear na coloração vermelha (a*) da carne com o aumento da inclusão do DDGS.

Portanto, o DDGS de milho pode ser incluído em dietas para suínos em terminação até 30% sem comprometer o desempenho e as características de carcaça e carne. O uso de até 30% de DDGS não afeta negativamente o ganho de peso diário e a conversão alimentar, embora níveis superiores a 30% possam reduzir a conversão alimentar. A qualidade da carne e da carcaça permanece adequada com até 30% de DDGS na dieta, com exceção da redução na intensidade da cor vermelha da carne.

Os estudos permitiram concluir que o DDGS é uma alternativa valiosa ao milho e ao farelo de soja, oferecendo bom equilíbrio entre proteína e energia. Os valores de energia digestível encontrados foram 3.739 kcal/kg e 3.401 kcal/kg, e os valores de energia metabolizável foram 3.691 kcal/kg e 3.213 kcal/kg, determinados pelos métodos de coleta total e de indicador com óxido crômico, respectivamente. Esses valores foram inferiores aos relatados na literatura. A comparação entre métodos de coleta revelou que a coleta total apresentou maiores coeficientes de digestibilidade em relação ao método com indicador. O desempenho dos suínos alimentados com até 30% de DDGS não foi prejudicado, embora níveis superiores possam afetar a conversão alimentar. A qualidade da carne e da carcaça não é comprometida com até 30% de DDGS na dieta.

Na continuidade dos estudos, a acadêmica Tatiane Izabel Silva dos Santos desenvolveu sua dissertação intitulada "Banco de dados de grãos destilados com solúveis de usinas de etanol do estado de Mato Grosso e seus efeitos sobre o desempenho de suínos". Esta pesquisa focou na variação nutricional e nas características físico-químicas dos DDGS, explorando seu impacto no desempenho dos suínos e a viabilidade econômica de sua utilização. A revisão da literatura revelou que o DDGS pode ter teor proteico de até 341,2 g/kg, teor lipídico de até 142,3 g/kg, fibra em detergente neutro de até 491,2 g/kg e energia metabolizável de até 4.141 kcal/kg. Apesar dessas vantagens, o DDGS apresenta algumas limitações, como a disponibilidade e digestibilidade de certos nutrientes e aminoácidos.

A abordagem foi dividida em três partes. Na primeira parte avaliou-se quatro fontes de DDGS de milho quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e energia bruta (EB). Os valores nutricionais das fontes foram estimados por meio de equações preditivas de energia. Observou-se variação significativa nos teores de EE, FDN e EB entre as fontes (Tabela 3). Além disso, os valores

ISBN 978-65-5360-825-2 - Vol. 1 - Ano 2024 - www.editoracientifica.com.br

estimados de energia bruta (EBe), energia digestível (EDe), energia metabolizável (EMe) e energia líquida (ELe) também apresentaram diferenças significativas.

Tabela 3 - Matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), energia bruta analisada (EBa), tamanho de partícula (TP) e Valores estimados de energia metabolizável (EM) e energia líquida (EL) de diferentes fontes de DDGS.

Análise	Fontes				P-valor*	CV (%)
	1	2	3	4		
MS (g kg^{-1})	909.4	907.3	918.8	923.8	0.6009	2.12
MM (g kg^{-1})	25.0	33.9	35.0	24.2	0.4098	7.97
PB (g kg^{-1})	325.1	316.5	322.9	315.3	0.7018	4.31
EE (g kg^{-1})	64.6^{c}	67.6^{b}	86.3^{a}	84.8^{a}	<0.001	2.37
FDN (g kg^{-1})	500.4^{a}	454.0^{c}	475.0^{b}	468.4^{b}	<0.001	1.56
EB (kcal kg^{-1})**	4,665^{c}	4,825^{b}	4,835^{ab}	4,869^{a}	<0.001	0.56
TP (μm)	772^{a}	667^{a}	553^{c}	628^{ab}	<0.001	13.93
EM estimada (kcal kg^{-1})	2,936^{b}	3,053^{a}	3,056^{a}	3,061^{a}	<0.001	0.59
EL estimada (kcal kg^{-1})	2,245^{c}	2,279 ^{b}	2,494^{a}	2,476^{a}	<0.001	0.87

*Nível de significância <0,05 (Médias seguidas por letras diferentes na linha apresentam diferenças pelo teste de Duncan); **Energia obtida por calorimetria; CV = Coeficiente de variação.

Fonte: (Santos, 2017).

Na segunda parte utilizou 40 suínos machos castrados, mestiços de linhagem comercial, com peso inicial de 72,69 ± 5,66 kg. Os suínos foram distribuídos em um delineamento de blocos casualizados com quatro tratamentos e cinco repetições. As dietas, à base de milho e farelo de soja, foram suplementadas com DDGS nos níveis de 100, 200 e 300 g/kg. Avaliaram-se variáveis de desempenho, como consumo de ração diário (CRD), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA) e pesos médios. A inclusão de até 300 g/kg de DDGS não afetou negativamente essas variáveis, embora níveis superiores a 19,42% tenham causado uma redução linear no ganho de peso diário dos suínos.

Na última parte, foram utilizados os resultados do estudo de desempenho para uma análise de viabilidade econômica do uso de DDGS, considerando o custo por ganho de peso (CGP), o índice de eficiência econômica (IEE) e o índice de custo (IC). A adição de até 300 g/kg de DDGS não impactou negativamente a viabilidade econômica, evidenciando que a inclusão de DDGS pode ser uma opção econômica viável para a alimentação de suínos (Tabela 4). Os estudos demonstraram que o DDGS pode ser incluído em níveis de até 30% nas dietas para suínos sem comprometer o desempenho e a qualidade da carne e da carcaça.

Além disso, a adição de até 30% de DDGS não afeta negativamente o custo por ganho de peso, a eficiência econômica ou o índice de custo.

Tabela 4 - Custo por ganho de peso (CGP), índice de custo (IC) e índice de eficiência econômica (IEE) para desempenho de suínos.

	DDGS (%)				P-valor	CV (%)
	0	10	20	30		
CGP (R$)	1,6359	1,6072	1,7230	1,8341	0,2276	10,59
IEE (%)	83,14	85,06	79,21	73,65	0,2312	11,13
IC (%)	121,36	119,23	127,82	136,07	0,2276	10,59

*Nível de significância <0,05; CV = Coeficiente de variação.

Fonte: (Santos, 2017).

No esforço para entender as possíveis interações dos coprodutos com outros ingredientes, a acadêmica Daniela Rocha da Silva desenvolveu a dissertação intitulada "Efeito da enzima fitase na digestibilidade e desempenho de dietas contendo grãos secos destilados com solúveis em suínos em crescimento". Este estudo teve como objetivo avaliar a digestibilidade, o desempenho e a viabilidade econômica da inclusão de grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS) e fitase na dieta de suínos em crescimento.

Foi realizado um ensaio de digestibilidade para determinar o efeito da fitase sobre os valores nutricionais dos DDGS obtidos da produção de etanol de milho. O experimento envolveu oito suínos machos castrados geneticamente homogêneos, com peso médio de 29,35 $\pm$ 5,74 kg, alojados individualmente em gaiolas de metabolismo para a coleta total de fezes e urina. A inclusão de 200 g/kg de DDGS nas dietas para suínos em crescimento elevou a excreção de matéria seca (MS), nitrogênio (N) e energia excretada (E exc.), resultando em uma redução no coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), coeficiente de digestibilidade da energia (CDE) e coeficiente de metabolizabilidade da energia (CME) (Tabela 5). No entanto, os valores para MS e N consumidos, balanço de N (BN), N digestível (ND), N metabolizável (NM), energia consumida (E cons.), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) não foram significativamente alterados com a inclusão de DDGS.

Tabela 5 - Balanço diário, digestibilidade e metabolizabilidade da MS, N e energia de dietas contendo DDGS e/ou fitase fornecidas para os suínos em crescimento.

	DDGS1 (gkg^{-1})		FITASE (FIT)		Significância[2]			
Item	**0**	**200**	**0**	**1000**	**DDGS**	**FIT**	**D*F**	**CV3**
CDMS (g kg^{-1})	867.3	826.2	846.6	846.8	0.0052	0.9870	0.3800	2.85
N cons. (g/dia)	34.28	37.09	35.95	35.42	0.1040	0.7430	0.6006	8.94
NM (g kg^{-1})	652.2	599.2	620.4	631.0	0.1268	0.7472	0.8951	10.32
CDE (g kg^{-1})	867.6	825.1	846.5	846.2	0.0063	0.9856	0.3527	3.05
ED (kcal/kg)	3457	3426	3442	3440	0.5740	0.9699	0.3476	3.02
CME (g kg^{-1})	862.1	819.3	840.8	840.6	0.0064	0.9835	0.3490	3.09
EM (kcal/kg)	3435	3402	3420	3417	0.5530	0.9683	0.3462	3.07

[1]DDGS: Dried Distillers Grains With Solubles. [2]Nível de significância <0.05. [3]CV: Coeficiente de Variação. CDMS (Coeficiente de digestibilidade da matéria seca); N cons. (Nitrogênio consumido); NM (Nitrogênio metabolizável); CDE (Coeficiente de digestibilidade da energia); ED (Energia digestível); CME (Coeficiente de metabolizabilidade da energia); EM (Energia metabolizável).

Fonte: (Silva, 2017).

Em outra pesquisa avaliou-se o desempenho de 40 suínos machos castrados de cruzamentos industriais, com peso médio inicial de 47,65 ± 3,99 kg, alimentados com dietas contendo DDGS e fitase. As dietas incluíram: uma dieta referência (DR) à base de milho e farelo de soja, DR com 200 g/kg de DDGS (DDGS), DR com adição de 1.000 unidades de fitase (FIT), e DR com 200 g/kg de DDGS e 1.000 unidades de fitase (D+F). O desempenho dos animais foi avaliado por meio das variáveis consumo de ração diário (CRD), ganho diário de peso (GPD), conversão alimentar (CA) e ganho de peso (GP).

Com base nos resultados de desempenho, foi realizada uma análise de viabilidade econômica do uso de DDGS e da enzima fitase, utilizando o custo por quilograma de ganho de peso (CGP), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC). Os animais alimentados com dietas contendo DDGS apresentaram menor CRD e GPD nos períodos 1 e total, comparados aos animais alimentados com a dieta controle, resultando em um peso final menor. A adição de fitase às dietas com ou sem DDGS não afetou o desempenho dos suínos. Dietas com 200 g/kg de DDGS e 1.000 unidades de fitase não mostraram diferenças significativas nos valores de CGP, IEE e IC em comparação com a dieta controle durante todo o período de estudo.

A dissertação intitulada "Valor nutricional de grãos secos destilados com solúveis de milho e de sorgo em dietas para suínos contendo xilanase", de Jéssika

Lúcia Stuani, investigou os efeitos das matérias-primas na produção de coprodutos e sua interação com a enzima xilanase. O sorgo, devido à sua capacidade de resistir a secas, surge como uma alternativa promissora para a suinocultura em regiões com escassez de milho. Estudos demonstram que o sorgo com baixo teor de tanino pode oferecer desempenho comparável ao milho para suínos. Contudo, apesar do conhecimento existente sobre o grão de sorgo, há menos informação sobre o co-produto do etanol, o DDGS de sorgo. Com o aumento na produção de etanol, a produção de sorgo também tem crescido rapidamente.

O objetivo deste estudo foi avaliar a digestibilidade e o valor energético dos DDGS de milho e sorgo, assim como o efeito da enzima xilanase em dietas para suínos. Foram realizados dois experimentos de digestibilidade com suínos machos castrados alojados em gaiolas de metabolismo, com coleta total de fezes e urina. Os valores analisados incluíram matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), energia bruta (EB), digestível (ED) e metabolizável (EM), bem como os coeficientes de digestibilidade (CD).

No Experimento 1, foram utilizados oito suínos com peso médio de 26,15 ± 3,45 kg, com coletas realizadas em três períodos de cinco dias. Os tratamentos foram: dieta referência (DR) à base de milho e farelo de soja; DR com 20% de DDGS de milho (DM 20); DR com 40% de DDGS de milho (DM 40); DR com 20% de DDGS de sorgo (DS 20); e DR com 40% de DDGS de sorgo (DS 40). A dieta referência apresentou os maiores valores de ED, EM e todos os CDs em comparação com as dietas contendo DDGS. O DDGS de milho apresentou maiores valores de ED, EM e CDs para EE, EB e PB (Tabela 6). A inclusão de 40% dos alimentos testes gerou maiores valores de ED, EM e uma tendência de maiores CDs para MS, MO e PB.

No Experimento 2, foram utilizados nove suínos com peso médio de 34,91 ± 1,46 kg. Os tratamentos foram: DR; DM 20; e DM 20 com adição de enzima xilanase. A inclusão de xilanase não teve efeito significativo na digestibilidade ou nos valores de energia das dietas contendo DDGS de milho. Para o DDGS de milho, os valores de energia digestível e metabolizável foram de 3.477 e 3.277 kcal/kg, respectivamente, para substituição de 20% e 3.761 e 3.068 kcal/kg para substituição de 40% da dieta referência. Para o DDGS de sorgo, os valores foram de 3.030 e 2.863 kcal/kg para substituição de 20% e 3.398 e 3.296 kcal/kg para substituição

de 40% da dieta referência. De maneira geral, em ambos os experimentos, a dieta referência apresentou uma digestibilidade superior em comparação às dietas com DDGS de milho e sorgo, indicando que o aumento da concentração de FDN nos DDGS reduz os coeficientes de digestibilidade das dietas.

Tabela 6 - Valores de energia das dietas e coeficientes de digestibilidade do DDGS de milho e de sorgo contendo diferentes inclusões para suínos.

	Dietas					Significância			
	DR	**DM20**	**DM40**	**DS20**	**DS40**	**Fonte**	**Nível**	**F*N[1]**	**EPM[2]**
EB	4.198	4.321	4.489	4.287	4.425	-	-	-	
ED	3.809	3.752	3.805	3.673	3.667	0.0003	0.3497	0.3986	25,197
CD (%)	90,75	86,84	84,76	85,68	82,88	0.0132	0.0003	0.5976	0,565
EM	3.702	3.625	3.679	3.554	3.559	0.0042	0.3181	0.5305	29,816
CM (%)	88,20	83,89	81,95	82,89	80,44	0.0681	0.0034	0.7083	0,665
ED- DDGS	-	3.477	3.761	3.030	3.398	0.0004	0.0028	0.7173	94,163
EM- DDGS	-	3.277	3.609	2.863	3.296	0.0007	0.0004	0.7185	88,492
CD MS - DDGS	-	71,17	74,46	66,65	71,90	0,1271	0,0700	0,6740	2,6702
CD PB - DDGS	-	82,54	86,26	57,29	66,95	<0,0001	0,0539	0,3895	3,9109
CD FDN - DDGS		60,00	66,09	64,36	70,38	0,1004	0,0262	0,9920	3,0121

[1] F*N: Interação entre fonte e nível. [2] EPM: Erro padrão da média.

Fonte: (Stuani, 2018).

Com o aumento do número de usinas dedicadas à produção de etanol a partir de grãos, tornou-se crucial avaliar a possível variabilidade nutricional dos coprodutos. Nesse contexto, o acadêmico Igor Willian Wrobel Straub desenvolveu o estudo intitulado "Variabilidade da composição de coprodutos de etanol de milho para suínos".

A abundância de grãos no Brasil possibilita a produção em larga escala de etanol e seus coprodutos, amplamente utilizados na alimentação de suínos. No entanto, a variabilidade nos valores bromatológicos desses coprodutos em diferentes partes do mundo levanta questões sobre a consistência dos produtos produzidos no Brasil. Tal variabilidade pode representar um desafio na formulação nutricional ideal para a alimentação suína.

No Brasil, a produção de etanol a partir de grãos tem crescido, gerando coprodutos como distiller's dried grains with solubles (DDGS), high protein distiller's dried grain (HPDDG), corn bran with solubles (CBS), além de suas variações, como distiller's dried grains (DDG) e high protein distiller's dried grain

with solubles (HPDDGS). Esses produtos são amplamente utilizados na dieta de suínos. A variabilidade nos coprodutos e em seus valores nutricionais decorre de diversos fatores, como diferentes sistemas de produção, tipo de grão utilizado, e variações na genética e adubação dos grãos.

Os valores de energia bruta para DDGS, que variam entre 4.793 e 4.832 Kcal/kg, e outras frações da composição bromatológica, ilustram a variabilidade entre os coprodutos. Essa variabilidade pode complicar a formulação nutricional dos alimentos para suínos, destacando a importância de uma avaliação detalhada dos coprodutos disponíveis no mercado.

No experimento conduzido, foram utilizados dez suínos machos castrados, de origem e linhagem genética homogênea, com peso médio de 25,46±3,5 kg, alojados em gaiolas de metabolismo. As fezes foram coletadas duas vezes ao dia e a urina uma vez por dia. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco dietas (uma referência e quatro contendo coprodutos). O HPDDGS apresentou 4.498 Kcal/kg de energia digestível (ED) e 4.366 Kcal/kg de energia metabolizável (EM), valores superiores aos coprodutos DDG, CBS e DDGS, que apresentaram valores de ED de 3.419, 3.029 e 3.355 Kcal/kg, e de EM de 3.305, 2.934 e 3.214 Kcal/kg, respectivamente (Tabela 7).

Tabela 7 - Composição química, valores e coeficientes de energia de coprodutos de etanol de grãos produzidos no Brasil.

Composição	HPDDGS	DDG	CBS	DDGS
Proteína bruta (%)	40,58	31,24	14,07	27,95
Extrato etéreo (%)	16,71	6,68	9,41	8,25
FDN (%)	48,34	53,44	46,44	54,27
Matéria mineral (%)	2,85	1,60	4,27	1,34
Matéria orgânica (%)	88,56	89,38	85,05	86,87
Matéria seca (%)	91,41	90,97	89,32	88,21
Tamanho de partícula(μm)	485	653	1107	672
Energia bruta (Kcal/Kg)	5.186	4.798	4.206	4.465
Energia digestível (Kcal/Kg)	4498	3419	3029	3355
Energia metabolizável (Kcal/Kg)	4366	3305	2934	3214
Energia liquida (Kcal/Kg)	2515	1938	1649	1725
CD energia (%)	86,73	71,25	72,02	75,15
CM energia (%)	84,18	68,88	69,77	71,97

Fonte: Straub (2021).

Os níveis de extrato etéreo (EE) das dietas contendo HPDDGS e CBS foram de 4,00% e 3,53%, respectivamente, superiores aos encontrados nas dietas com DDG e DDGS, que foram de 1,41% e 1,88%. Os níveis de ureia sanguínea foram mais elevados em animais que consumiram dieta com HPDDGS, comparados àqueles que receberam dieta com CBS. Por outro lado, os níveis de triglicerídeos foram maiores para a dieta com CBS em relação às demais. O HPDDGS demonstrou maior ED e EM em comparação aos coprodutos DDG, DDGS e CBS, que não diferiram entre si. Além disso, o HPDDGS apresentou maior coeficiente de digestibilidade da energia bruta (CDEB) e coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB) do que os coprodutos DDG e CBS. As dietas influenciaram os parâmetros sanguíneos, como ureia e triglicerídeos. O HPDDGS apresentou maiores valores energéticos em relação aos demais coprodutos, em função dos níveis nutricionais desse coproduto e do processamento de separação de fibras utilizado. As dietas contendo coprodutos influenciaram os parâmetros séricos ureia e triglicerídeos de suínos.

Ampliando os coprodutos avaliados, Vivian Luana Rothmund, desenvolveu sua dissertação Caracterização nutricional, avaliação da digestibilidade e valor energético de coprodutos de etanol de milho para suínos: uma análise em usinas de Mato Grosso. O objetivo desse estudo foi determinar a composição bromatológica de coprodutos do etanol de milho provenientes de diferentes usinas e verificar seus efeitos sobre os parâmetros sanguíneos e digestibilidade de suínos. Três tratamentos foram compostos por 80% da dieta referência e 20% de coproduto do etanol de milho, conhecido como DDGS, oriundos de usinas diferentes. O quarto tratamento foi composto de 90% da dieta referência e 10% de xarope de milho. Observou-se grande variação entre os coprodutos cujas variações bromatológicas e de energia foram destacadas (Tabela 8).

Tabela 8 - Composição química, valores e coeficientes de energia de coprodutos de etanol de grãos produzidos no Brasil.

	DDGS1	DDGS2	DDGS3	XAROPE
Proteína bruta (%)	29,13	32,92	35,19	25,01
Extrato etéreo (%)	14,26	6,65	6,96	14,50
FDN (%)	48,16	63,53	38,69	16,11
Matéria mineral (%)	3,87	1,60	5,15	8,45
Matéria orgânica (%)	96,13	98,40	94,85	91,55
Matéria seca (%)	86,59	89,74	88,35	33,74
Energia bruta (Kcal/Kg)	4646	4667	4482	5.139
Energia digestível (Kcal/Kg)	3729	3519	3574	4322
Energia metabolizável (Kcal/Kg)	3507	3304	3369	4198
Energia liquida (Kcal/Kg)	2066	1733	1875	2777
CD energia (%)	80,25	75,38	78,46	84,08
CM energia (%)	75,48	70,79	75,15	81,68

Fonte: Rothmund (2024).

Utilizando parâmetros de bem-estar animal e índices produtivos, investigou-se possível interferência alimentar e nutricional em porcas em gestação. Lariza Luana da Silva desenvolveu a dissertação intitulada "Grãos secos destilados com solúveis para porcas em gestação". O estudo teve como objetivo avaliar o impacto de diferentes níveis de grãos secos destilados com solúveis ou dried distillers grains with solubles (DDGS) em dietas para porcas durante a gestação, considerando parâmetros de desempenho das porcas e da leitegada, composição química do colostro e variáveis comportamentais das porcas em relação à alimentação.

Sessenta porcas gestantes, com uma média de 3,77±1,65 partos, foram divididas em três grupos de 20 porcas cada, conforme as dietas experimentais: dieta controle (sem DDGS), dieta com 150 g/kg de DDGS e dieta com 300 g/kg de DDGS. As dietas foram fornecidas a partir da idade gestacional de 83,65±3,79 dias e continuaram por 30,35±3,79 dias.

A análise incluiu a coleta de amostras de colostro nas primeiras horas pós-parto para quantificar proteína, lactose, gordura, sólidos totais e matéria mineral. Também foi avaliado o comportamento das porcas, observando a posição corporal e as atividades realizadas após a alimentação.

Os resultados mostraram que os níveis de DDGS nas dietas não afetaram significativamente os parâmetros de desempenho das porcas. No entanto, porcas alimentadas com 300 g/kg de DDGS tendem a consumir maiores volumes de ração durante a lactação. Não houve impacto significativo nos parâmetros de desempenho dos leitões. Houve uma tendência para alterações na proteína e na lactose do colostro, mas os outros componentes não foram afetados.

Observou-se que dietas com 300 g/kg de DDGS aumentaram a frequência de porcas em ócio durante os primeiros 40 minutos de avaliação (Figura 1). A análise visual dos dados observadas mostra que as porcas alimentadas com a dieta contendo 300 g/kg de DDGS ficaram em pé (Figura 1) e comendo com menos frequência do que as outras, até 55 min após a alimentação, enquanto aquelas que receberam as outras dietas apresentaram frequências semelhantes durante todo o período de avaliação.

A frequência de posição ventral deitada entre as porcas foi consideravelmente alta após 15 min e mais pronunciada nos animais que se alimentaram com a dieta com 300 g/kg de DDGS em comparação com os outros grupos até 65 min após a alimentação, e após esse tempo as frequências foram semelhantes. As porcas alimentadas com 300 g/kg de DDGS ficaram em posição lateral deitada com mais frequência nos primeiros 40 min após a alimentação, enquanto aquelas que receberam dietas com 0 e 150 g/kg de DDGS começaram a ficar nessa posição aproximadamente 30 e 40 min após a alimentação, respectivamente.

Comportamentos como deitar lateralmente e deitar ventralmente e inatividade são usados como indicadores de que há menos sensação de fome e maior sensação de saciedade, culminando em um suposto melhor estado de bem-estar nas porcas. Portanto, a fibra fornecida através do DDGS favorece o bem-estar das porcas gestantes.

Portanto, a inclusão de 300 g/kg de DDGS na dieta de porcas no final da gestação resulta em desempenhos satisfatórios para as porcas e leitões, comparáveis aos obtidos com dietas à base de milho e farelo de soja, sem comprometer a composição do leite e favorecendo o bem-estar animal (Tabela 9).

Figura 1 - Frequência relativa (%) de cada posição das porcas em gestação alimentadas com dietas. contendo 0, 150 ou 300 g kg^{-1} de DDGS em função do tempo (minutos) após o fornecimento de ração. (A) Em pé, corpo apoiado nas quatro pernas. (B) Sentada, apoiada sobre os membros dianteiros e sentada sobre os membros traseiros. (C) Decúbito ventral, animal com o ventre apoiado sobre o piso com todas as pernas debaixo do corpo. (D) Decúbito lateral, animal deitado de lado com todas as pernas estiradas horizontalmente. (Silva, 2019)

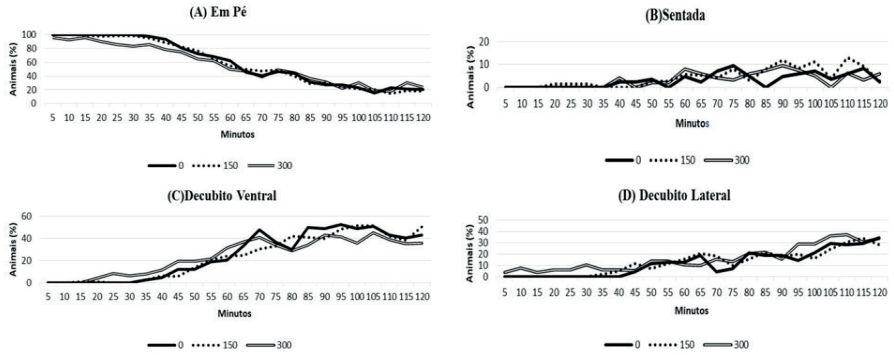


Tabela 9 - Características produtivas e composição de leite de porcas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de DDGS.

Características produtivas	DDGS (g kg^{-1})[1]				
	0	150	300	Pr> F	CV (%)
Peso porca Inicial (kg)	231,26	236,98	237,2	0,1423	14,53
Peso porca Final (kg)	262,56	260,64	259,9	0,6597	3,6
Peso porca ao desmame (kg)	227,01	219,97	218,1	0,1985	7,36
Mudança peso fim da lactação(kg)	35,54	40,67	41,87	0,188	30,63
ET[2] porca Inicial(mm)	13,66	14,47	14,54	0,5026	18,31
ET[2] porca Final (mm)	16,07	16,45	16,44	0,8807	16,48
Consumo de ração lactação (g/d)	3,99	3,98	4,23	0,1009	9,75
Composição de leite					
Proteína	145.40	118.90	125.40	0,0980	23,85
Lactose	22.80	25.50	26.80	0.0912	14,04
Gordura	54.70	56.30	54.00	0.9097	22,83

[1] Dietas: 0 (não contem inclusão de DDGS); 150 (inclusão de 150 g/kg de DDGS); 300 (inclusão de 300 g/kg de DDGS). [2]ET: espessura de toucinho. (Silva, 2019)

COPRODUTOS DE ETANOL DE GRÃOS PARA AVES

Ampliando os estudos para codornas europeias e frangos de corte, inicialmente desenvolveu-se a dissertação "Grãos secos de destilaria com solúveis com alto teor de proteína na alimentação de codornas de corte" por Brena Cristine Rosário Silva.

Os grãos secos de destilaria com solúveis com alto teor de proteína (HP-DDGS) são coprodutos da produção de etanol, produzidos através da remoção de fibras

ISBN 978-65-5360-825-2 - Vol. 1 - Ano 2024 - www.editoracientifica.com.br

previamente à fermentação. O HP-DDGS apresenta alto teor de proteína bruta e energia bruta, bons níveis de aminoácidos e, portanto, podem ser incluídos em maior quantidade na dieta de codornas sem que haja prejuízo ao desempenho.

Neste sentindo, objetivou-se determinar o valor nutricional do HP-DDGS para codornas de corte (Coturnix coturnix coturnix) machos e fêmeas (Experimento I), e avaliar os efeitos da inclusão de HP-DDGS na dieta de codornas de corte sobre o desempenho produtivo, rendimento de carcaça e cortes, qualidade de carne, morfometria de órgãos e análise econômica (Experimento II).

No Experimento I, 96 codornas de corte foram distribuídas em delineamento em blocos casualizados, em arranjo fatorial 2x2 (duas rações e dois sexos), com seis repetições e quatro codornas por unidade experimental, usando o método de coleta total de excretas. As rações experimentais foram constituídas de uma dieta-referência e uma dieta-teste com substituição isométrica de 200 g/kg da dieta-referência por HP-DDGS. No Experimento II, 612 codornas de corte foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com seis níveis de inclusão de HP-DDGS (0, 85, 170, 255, 340 ou 425 g/kg) de modo a substituir o farelo de soja das dietas, sobre o desempenho das aves. O coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta foi maior para machos (747,53 g/kg) do que para fêmeas (722,84 g/kg). O teor de EMAn do HP-DDGS para machos e fêmeas foi de 2.898 e 2.935 kcal/kg, respectivamente (Tabela 10).

Tabela 10 - Influência da inclusão de grãos secos de destilaria com solúveis com alto teor de proteína na dieta de codornas de corte, machos e fêmeas, sobre o coeficiente de metabolizabilidade de nutrientes, da energia metabolizável (EM) e da energia metabolizável corrigida pela retenção de nitrogênio (EMn) .

Coeficiente de metabolizabilidade, g/kg	Sexos		EPM	P-valor
	Machos	Fêmeas		
Matéria seca	689,55	674,51	4,30	0,119
Proteína bruta	747,53a	722,84b	3,77	0,011
Extrato etéreo	883,39	881,65	5,18	0,871
Fibra insolúvel em detergente neutro	498,34	462,93	17,85	0,350
Matéria mineral	269,21	246,32	12,97	0,402
Fósforo inorgânico total	264,60	201,38	19,92	0,151
EM, kcal/kg	3.138,4	3.066,8	0,40	0,711
EMn, kcal/kg	2.988,0	2.935,4	0,35	0,760

EPM = erro padrão da média.;

Fonte: (Silva, 2020).

O aumento nos níveis de HP-DDGS na dieta afetou de forma quadrática o peso corporal (P=0,020) e o ganho de peso (P=0,019) no período de um a 21 dias de idade, com estimativas de 296,02 e 296,22 g/kg de HP-DDGS para o máximo peso corporal e ganho de peso de codornas de corte (Tabela 11).

Tabela 11 - Desempenho de codornas de corte alimentadas com diferentes níveis de grãos secos de destilaria com solúveis com alto teor de proteína (HP-DDGS) em substituição ao farelo de soja na dieta.

Item	Níveis de HP-DDGS, g/kg						EPM	P-valor		
	0	85	170	255	340	425		0 *vs* HP[1]	L[2]	Q[2]
1 a 21 dias										
PC 21 dias, g	100.04	90.62	97.20	103.37	109.19	98.78	1.47	0.959	0.019	0.020
GP, g/ave	91.03	81.66	88.25	94.46	100.27	89.85	1.46	0.972	0.018	0.019
CR, g/ave	167.50	168.86	177.49	182.49	176.12	170.78	3.63	0.951	0.393	0.364
CA	1.85	2.08	2.03	1.96	1.77	1.91	0.05	0.449	0.127	0.583
22 a 42 dias										
PC 42 dias, g	208.39	202.07	202.39	215.46	215.03	205.47	2.96	0.970	0.404	0.247
GP, g/ave	108.35	111.46	105.19	112.09	105.83	106.69	2.15	0.987	0.598	0.958
CR, g/ave	334.51	319.02	341.97	356.23	338.53	317.61	11.96	0.931	0.925	0.273
CA	3.08	2.96	3.27	3.21	3.24	3.00	0.14	0.848	0.928	0.365
1 a 42 dias										
GP, g/ave	199.38	193.11	193.44	206.55	206.10	196.54	2.95	0.977	0.402	0.245
CR, g/ave	502.50	486.76	519.71	539.66	514.65	487.85	12.97	0.792	0.951	0.250
CA	2.52	2.56	2.70	2.64	2.50	2.50	0.08	0.766	0.601	0.635

[1]Contraste realizado para determinar a diferença entre a dieta 0 g/kg de HP-DDGS e os cincos níveis de HP-DDGS.
[2]Contrastes ortogonais realizados para avaliar o efeito da inclusão de HP-DDGS sobre o desempenho das aves. Comparações feitas entre 85, 170, 255, 340 e 425 g/kg de HP-DDGS. PC = peso corporal; GP = ganho de peso; CR = consumo de ração; CA = conversão alimentar; EPM = erro padrão da média; L = linear; Q = quadrático, EPM = erro padrão da média.
$\hat{Y}_{PV\ aos\ 21\ dias}$=76.09652404+0.19372827X-0.00032722X2, R^2=0.24, Estimativa = 296.22 g/kg HP-DDGS.
$\hat{Y}_{GP\ 1\ a\ 21\ dias}$=67.15971355+0.19363790X-0.00032685X2, R^2=0.24, Estimativa = 296.22 g/kg HP-DDGS.
Fonte: (Silva, 2020).

O aumento dos níveis de HP-DDGS em substituição ao farelo de soja na dieta não afetou as variáveis de dezempenho das codornas de corte aos 42 dias de idade. Conclui-se que o valor de EMAn do HP-DDGS para codornas de corte, machos e fêmeas, é de 2.962 kcal/kg. O HP-DDGS pode substituir totalmente o farelo de soja sem afetar o desempenho zootécnico das aves.

A dissertação intitulada " Grãos secos de destilaria com solúveis na alimentação de codornas de corte ", de Fanny Leonila Velasquez Moreno, teve como objetivo determinar o valor nutricional do DDGS para codornas de corte machos

e fêmeas (Exp. I), e avaliar os efeitos da inclusão de DDGS na dieta de codornas de corte sobre o desempenho zootécnico (Exp. II).

No Exp. I, foram utilizadas 72 codornas de corte distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos, seis repetições e três aves por unidade experimental, usando o método de coleta total de excretas. As dietas experimentais foram constituídas de uma dieta referência e uma dieta teste com substituição isométrica de 200 g/kg da dieta referência por DDGS. Não foi observada diferença entre machos e fêmeas (P>0.05) para os coeficientes de metabolizabilidade da MS, PB, EE e FDN e para os coeficientes de retenção da MM e P (Tabela 12). Os valores determinados EMAn do DDGS foram de 2,485 kcal/kg para machos e de 2,464 kcal/kg para fêmeas, respectivamente.

Tabela 12 - Coeficientes de metabolizabilidade e retenção de nutrientes, valores de energia metabolizável aparente (EMA) e corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) de grãos secos de destilaria com solúveis em dietas para codornas de corte machos e fêmeas de 28 a 32 dias se idade.

Coeficiente de metabolizabilidade, g/Kg	Sexo		EPM	P-value*
	Machos	Fêmeas		
Matéria seca	611,1	613,5	0,189	0,909
Proteína bruta	366,5	393,1	0,642	0,482
Extrato etéreo	350,1	347,2	0,210	0,964
Fibra insolúvel em detergente neutro	450,1	443,1	0,327	0,833
Matéria mineral	237,8	275,0	0,758	0,397
Fósforo inorgánico total	456,8	466,6	0,389	0,732
EB, kcal/kg	3.587,5	3.589,9	0,243	0,856
EMA, kcal/kg	2.614,8	2.605,8	0,455	0,861
EMAn, kcal/kg	2.484,0	2.462,5	0,566	0,759

*Análise de variância e teste F a 5% de significância;
EPM = erro padrão da média.

Fonte: (Moreno, 2021).

No Exp. II, foram utilizadas 432 codornas de corte com 1 dia de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com seis níveis de DDGS na dieta (0, 50, 100, 150, 200 e 250 g/kg), seis repetições e 12 aves por unidade experimental. Ao final de cada período de criação (1-21 e 22-42 dias) as aves e as rações foram pesadas e determinadas as variáveis de desempenho. Na fase final (22 a 42 dias) e no período total (1 a 42 dias) o consumo de ração aumentou linearmente (P=0.015 e 0.040) e a conversão alimentar piorou (P=0.038 e 0.001) com a inclusão do DDGS, respectivamente (Tabela 13).

Conclui-se que o valor de EMAn do DDGS para codornas de corte, machos e fêmeas, é de 2.419 kcal/kg. Níveis de até 250 g/kg de DDGS na dieta de codornas de corte não afetam o desempenho. Entretanto, considerando o aumento do consumo de ração e piora da conversão alimentar na fase de 22 a 42 dias e no período 1 a 42 dias, deve-se considerar os preços dos demais ingredientes no período da safra e entressafra para determinar o nível de inclusão de DDGS na dieta.

Tabela 13 - Desempenho de codornas de corte alimentadas com níveis de grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS).

Item	Níveis de DDGS, g/Kg						SEM	P-value*	
	0	50	100	150	200	250		L^2	Q^2
1 a 21 dias									
PC 21 días, g	124,1	125,2	123,0	116,1	127,9	116,7	0,142	0,366	0,900
GP, g/ave	114,9	115,9	113,9	106,9	118,7	107,6	0,141	0,373	0,904
CR, g/ave	250,8	260,5	242,4	252,1	248,8	257,9	0,166	0,897	0,469
CA, g/ave	2,180	2,250	2,150	2,370	2,110	2,400	0,022	0,215	0,511
Viabilidade, %	93,25	92,06	94,04	92,17	87,21	81,88	0,143	0,057	0,171
22 a 42 dias									
PC 42 dias, g	274,5	281,9	278,7	277,1	265,2	270,9	0,159	0,142	0,398
GP, g/ave	150,4	156,7	155,7	160,9	137,4	154,2	0,187	0,490	0,503
CR, g/ave	748,9	760,5	750,4	777,3	788,0	814,6	0,327	0,015	0,402
CA, g/ave	5,000	4,850	4,940	4,830	5,800	5,290	0,039	0,038	0,414
Viabilidade, %	91,16	85,69	89,04	91,65	86,62	75,89	0,158	0,113	0,222
1 a 42 dias									
GP, g/ave	265,3	271,8	269,6	267,9	256,1	261,8	0,159	0,145	0,399
CR, g/ave	861,3	879,6	860,9	892,9	898,2	926,4	0,325	0,040	0,496
CA, g/ave	3,240	3,220	3,200	3,330	3,510	3,540	0,025	0,001	0,287
Viabilidade, %	89,41	85,69	89,04	91,65	86,62	75,89	0,155	0,171	0,176

EPM = erro padrão da média; *Análise de variância e teste F a 5% de significância;
PC = peso corporal; GP = ganho de peso; CR = consumo de ração; CA = conversão alimentar.
$\hat{Y}$ CR 22 a 42 dias = 742.0520+2.5005x; R^2 = 0.89; $\hat{Y}$ CR 1 a 42 dias = 857.0295+2.3613x; R^2 = 0.88;
$\hat{Y}$ CA 22 a 42 dias = 4.8321+0.02287x, R^2= 0.36; $\hat{Y}$ CA 1 a 42 dias = 3.2305 - 0.00498x, R^2 = 0.88

Fonte: (Moreno, 2021).

Em estudos com frangos de corte, apresenta-se a dissertação intitulada: "Digestibility and nutritional parameters of corn ethanol coproducts and xylanase for broiler diets" por Lester Josué Posadas Mendoza.

Os coprodutos de etanol de milho apresentam alto teor de nutrientes, como proteína e energia, e são uma alternativa de menor custo para a alimentação de aves de corte, como os frangos. No entanto, a utilização desses coprodutos na

dieta pode apresentar desafios nutricionais, devido ao alto teor de fibra em sua composição, que pode reduzir a digestibilidade dos nutrientes. Dessa forma, a adição de enzimas como a xilanase pode ser uma solução para melhorar a digestibilidade desses coprodutos e, consequentemente, a utilização dos nutrientes pelos frangos de corte.

Neste sentido, objetivou-se revisar o uso de coprodutos de etanol de milho e da xilanase na alimentação de aves, e determinar o valor nutricional de cinco dietas para frangos de corte de 21 a 25 dias contendo coprodutos de etanol de milho provenientes de diferentes usinas do Brasil, sendo quatro DDGS e um HP-DDG (Exp. I), e avaliar os efeitos da inclusão de enzima xilanase em dietas contendo DDGS de milho na dieta de frangos de corte de 34 a 37 dias sobre o desempenho, valores de energia, coeficientes de digestibilidade e morfometria gastrointestinal (Exp. II).

Para o experimento I foram utilizados 180 frangos de corte, com 17 dias de idade e peso vivo médio inicial de 450,47±17,57g, distribuídos em 36 gaiolas de metabolismo. O delineamento experimental foi constituído de blocos completos casualizados, com seis repetições por tratamento e cinco aves por unidade experimental. Os tratamentos foram constituídos de seis dietas, sendo uma dieta referência e cinco dietas teste contendo coprodutos, usando método de coleta total das excretas.

Diferenças entre os coprodutos testados foram verificadas para a maioria das variáveis (Tabela 14). HP-DDG e DDGS2 apresentaram maiores valores de EMA e EMAn (3.377 e 3.329 kcal/kg; 3.210 e 3.173 kcal/kg, respetivamente) em relação aos demais DDGS. Para o GPD e CA não houve diferença entre os seis tratamentos avaliados. Para a maioria das variáveis o HP-DDG apresentou melhor valor nutricional em relação aos DDGS avaliados.

Tabela 14 - Valores médios de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), extrato etéreo (EE) e energia bruta (EB) energia metabolizável aparente (EMA) e corrigida pela retenção de nitrogênio (EMAn) dos coprodutos de etanol de milho para frangos de corte de 21-25 dias.

Variáveis	DDGS1	DDGS2	DDGS3	DDGS4	HP-DDG
MS (%)	91,92	89,06	90,10	89,29	93,80
MM (%)	1,69	4,14	2,08	4,70	3,92
MO (%)	98,31	95,86	97,92	95,30	96,08
PB (%)	31,88	29,02	32,78	31,92	45,61
EE (%)	4,31	10,26	8,56	7,36	12,69
FDN (%)	60,46	39,90	60,66	38,55	49,80
FDA (%)	17,73	14,19	15,88	9,49	14,48
EB (kcal/kg)	4.525	4.441	4.502	4.363	5.160
EMA (kcal/kg)	2.394	3.210	2.324	2.648	3.377
EMAn(kcal/kg)	2.304	3.173	2.305	2.592	3.329

Fonte: (Mendoza, 2023).

Para o experimento II foram utilizados 180 frangos de corte, com 31 dias de idade e peso vivo médio inicial de 1228,14±33,49g distribuídos em 36 gaiolas de metabolismo. O delineamento experimental foi constituído de blocos completos casualizados, com seis repetições por tratamento e cinco aves por unidade experimental. Os tratamentos foram constituídos de seis dietas, sendo uma dieta referência e cinco dietas contendo DDGS com inclusão de xilanase (0, 8.000, 16.000, 24.000 e 32.000 BXU/kg). Não houve efeito dose-resposta com a adição de xilanase para os valores de EMA e CMEB das dietas contendo DDGS e nem para os valores de EMA e EMAn dos DDGS (Tabela 15).

A inclusão de xilanase apresentou efeito quadrático para o CDFDA (P<0,05) e os valores de PBdig, EEdig e FDAdig (P<0,05), apresentando estimativas de 25.080, 18.750, 22.170, 24.480 BXU/kg de xilanase respetivamente. Os valores de FDNdig e MMdig aumentaram linearmente com a inclusão de enzima (P<0,05). Conclui-se que a inclusão entre 18.000 e 22.000 BXU/kg de xilanase apresentou melhores resultados para PBdig e EEdig.

Tabela 15 - Níveis de inclusão de xilanase em dietas contendo DDGS de milho sobre o balanço de nitrogênio e desempenho zootécnico para frangos de corte de 34-36 dias.

Variáveis	Dietas							Significância			
	DR	D0X	D8X	D16X	D24X	D32X	E[1]	DR *vs* DDGS[2]	- Ez *vs* + Ez[3]	L[4]	Q[5]
Balanço de nitrogênio											
N cons. (g/a/dia)	4,85	5,18	5,25	5,65	5,16	5,33	0,14	0,005	0,289	0,706	0,435
N exc. (g/a/dia)	1,60	2,03	2,08	2,07	1,93	2,03	0,10	0,000	0,937	0,533	0,59
N ef. (%)	66,89	60,70	60,52	63,18	62,67	61,95	1,85	0,018	0,511	0,651	0,371
Desempenho zootécnico											
CRD (g/ave)	459	474	463	465	464	468	12,7	0,576	0,520	0,808	0,922
GPD (g/ave)a	184	190	179	185	192	199	6,7	0,490	0,873	0,035	0,910
CAb	2,50	2,50	2,60	2,56	2,42	2,35	0,1	0,860	0,877	0,045	0,878
PF (g/ave)c	1.781	1.799	1.766	1.783	1.805	1.827	22,5	0,500	0,870	0,030	0,890

[1]Erro padrão da média. [2]Contraste realizado para determinar a diferença entre a dieta referência (DR) e as cinco dietas com 200 g/kg de DDGS (D0X, D8X, D16X, D24X, D32X). [3]Contraste realizado para determinar a diferença entre a dieta com DDGS sem xilanase (D0X) e as dietas com DDGS e os quatro níveis de xilanase (D8X, D16X, D24X, D32X). [4]Efeito linear dos níveis de enzima xilanase. [5]Efeito quadrático dos níveis de enzima xilanase.a ŶGPD = 182,99+0,3938x; R^2 = 0,99b ŶCA = 2,581-0,00596x; R^2 = 0,96c ŶPF = 1778,73+1,1195x; R^2 = 0,99.

Fonte: (Mendoza, 2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

Porcas em gestação alimentadas com dietas contendo ingredientes com maiores teores de fibra como o DDGS expressam melhor condição de bem-estar, sem prejuízos ao desempenho produtivo, o que permite a aplicação em outras categorias.

Os diferentes coprodutos de etanol de milho e de sorgo apresentam composições distintas e seus valores nutricionais precisam estar especificados na matriz apresentada à partir de cada indústria para o uso correto.

Os valores de EMAn do HP-DDGS e DDGS para codornas de corte, machos e fêmeas, é de 2.962 kcal/kg e 2.419 kcal/kg, respectivamente. O HP-DDGS pode substituir totalmente o farelo de soja sem afetar o desempenho zootécnico das aves. Níveis de até 250 g/kg de DDGS na dieta de codornas de corte não afetam o desempenho, porém, deve-se considerar os preços dos demais ingredientes no período da safra e entressafra para determinar o nível de inclusão de DDGS na dieta.

Apesar da fitase e xilanase não expressarem melhorias quando do uso de DDGS para suínos, a melhora é observada quando a xilanase é adequada em dietas para frangos de corte, demandando aprofundamento do tema.

Em todas estas situações várias inquietações permanecem, o que demanda continuidade dos estudos que devem continuar a ser desenvolvidos com a plataforma da pós-graduação brasileira.

Agradecimentos

Registram-se agradecimentos às instituições envolvidas em todas as atividades do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFMT e à todos os docentes, discentes e técnicos administrativos que colaboraram na condução dos estudos e na formação acadêmica.

Contribuições Do Autor

Este compilado de informações só foi possível graças à participação das instituições envolvidas e às atividades desenvolvidas ao longo dos anos pelos técnicos, docentes e discentes de pós-graduação, graduação, iniciação científica, voluntários e outros, sugeridas pelos orientadores.

LITERATURA CITADA

Lautert, I.P.A.S. Valor nutricional de coproduto da produção de etanol de milho para suínos. 2016. Dissertação (Mestrado em ZOOTECNIA). Universidade Federal de Mato Grosso, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso. Orientador: Anderson Corassa.

Mendoza, L.J.P. Digestibility and nutritional parameters of corn ethanol coproducts and xylanase for broiler diets. 2023. Dissertação (Mestrado em ZOOTECNIA). Universidade Federal de Mato Grosso, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Orientador: Anderson Corassa.

Moreno, F.L.V. Grãos secos de destilaria com solúveis na alimentação de codornas de corte. 2021. Dissertação (Mestrado em ZOOTECNIA). Universidade Federal de Mato Grosso. Orientadora: Ana Paula Silva Ton.

Rothmund, V.L. Caracterização nutricional, avaliação da digestibilidade e valor energético de coprodutos de etanol de milho para suínos: Uma análise em usinas de Mato Grosso. 2024. Dissertação (Mestrado em ZOOTECNIA). Universidade Federal de Mato Grosso, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Orientador: Anderson Corassa.

Santos, T.I.S. Banco de dados de grãos destilados com solúveis de usinas de etanol do Estado de Mato Grosso e seus efeitos sobre desempenho de suínos. 2017. Dissertação (Mestrado em ZOOTECNIA). Universidade Federal de Mato Grosso, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso. Orientador: Anderson Corassa.

Silva, B.C.R. Grãos secos de destilaria com solúveis com alto teor de proteína na alimentação de codornas de corte. 2020. Dissertação (Mestrado em ZOOTECNIA). Universidade Federal de Mato Grosso. Orientadora: Ana Paula Silva Ton.

Silva, D.R. Efeito da enzima fitase na digestibilidade e desempenho de dietas contendo grãos secos destilados com solúveis em suínos em crescimento. 2017. Dissertação (Mestrado em ZOOTECNIA). Universidade Federal de Mato Grosso. Orientador: Anderson Corassa.

Silva, L.L. Grãos secos destilados com solúveis para porcas em gestação. 2019. Dissertação (Mestrado em ZOOTECNIA) - Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT. Orientador: Anderson Corassa.

Straub, I.W.W. Variabilidade da composição de coprodutos de etanol de milho para suínos. 2021. Dissertação (Mestrado em ZOOTECNIA). Universidade Federal de Mato Grosso. Orientador: Anderson Corassa.

Stuani, J.L. Valor nutricional de grãos secos destilados com solúveis de milho e de sorgo em dietas para suínos contendo xilanase. 2018. Dissertação (Mestrado em ZOOTECNIA). Universidade Federal de Mato Grosso. Orientador: Anderson Corassa.

04

TECNOLOGIAS PARA A PRODUÇÃO DE PEIXES, AVES E SUÍNOS: SOLUÇÕES COM BASE EM PESQUISA APLICADA

Maicon Sbardella
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Anderson Corassa
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Ana Paula Silva Ton
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Vinícius Ricardo Cambito de Paula
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Alessandro Borges Amorim
Universidade Federal de Rondonópolis (UFR)

Claudia Marie Komiyama
Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)

Danilo Henrique Aguiar
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Paula Sueli Andrade Moreira
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Martha Viviana Torres Cely
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Valeria Dornelles Gindri Sinhorin
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Ana Claudia Ferreira de Andrade
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Bryan Francisco Castro Dereck
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Caroline Heberle
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Caroline de Souza
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Elias Giacomel
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Gabriel Henrique Marques Pereira
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Guiomar Helena Verussa
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Juliana de Fátima Pereira Lima
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Jone Rodrigues da Silva
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Layanne Agatha Lima da Silva
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Leonardo Willian de Freitas
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Marcela Daiane Gouveia de Moraes
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

doi 10.37885/241218401

Nariane Silva Gonçalves
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Priscila Almeida dos Santos da Rocha
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Rafaeli Gonçalves Leite
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Rauana Vieira Andrade
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Solana Calegari
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Stephane Vasconcelos Leandro
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Soraia Andressa Dall Agnol Marques
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Thiago Santana Cotrim
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Thuanny Lúcia Pereira
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

RESUMO

O propósito deste compilado de resultados foi abordar soluções baseadas em pesquisa para a produção de peixes, aves e suínos, desenvolvidas pela linha de pesquisa em Produção e Nutrição de Monogástricos do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso. As temáticas apresentadas, orientadas por demandas do setor produtivo, incluem estratégias nutricionais para o Pintado Amazônico; o potencial de enzimas exógenas em dietas com DDGS para suínos; o uso de alimentos fermentados como alternativa nutricional para animais jovens; a importância da avaliação precisa da condição corporal de porcas; o manejo de transporte de suínos com enfoque em qualidade de carne; o uso de coprodutos industriais, como a glicerina e o farelo de algodão; e o manejo de reutilização da cama de aviário. O capítulo também destaca as iniciativas do Núcleo de Estudos em Peixes, Aves e Suínos no fomento da inovação tecnológica e do empreendedorismo. Em síntese, são apresentadas as recomendações técnicas e as necessidades de pesquisa de cada segmento estudado, reforçando o compromisso com o avanço científico e a transferência de tecnologias para aumentar a eficiência produtiva, a sustentabilidade e a qualidade dos produtos para o setor produtivo.

Palavras-chave: monogástricos; inovação; sustentabilidade; transferência de tecnologia.

ABSTRACT

The purpose of this compilation of results was to address research-based solutions for the production of fish, poultry, and swine, developed by the research line in Monogastric Production and Nutrition of the Graduate Program in Animal Science at the Federal University of Mato Grosso. The topics presented, guided by the demands of the productive sector, include nutritional strategies for Amazonian Pintado; the potential of exogenous enzymes in diets with DDGS for swine; the use of fermented feeds as a nutritional alternative for young animals; the importance of accurate body condition assessment of sows; the management of swine transportation with a focus on meat quality; the use of industrial by-products, such as glycerin and cottonseed meal; and the management of reused poultry litter. The chapter also highlights the initiatives of the Research Group in Fish, Poultry, and Swine in promoting technological innovation and entrepreneurship. In summary, technical recommendations and research needs for each studied segment are presented, reinforcing the commitment to scientific advancement and the transfer of technologies to enhance productive efficiency, sustainability, and product quality for the industry.

Keywords: monogastrics; innovation; sustainability; technology transfer.

RESUMEN

El propósito de este compilado de resultados fue abordar soluciones basadas en la investigación para la producción de peces, aves y cerdos, desarrolladas por la línea de investigación en Producción y Nutrición de Monogástricos del Programa de Posgrado en Zootecnia de la Universidad Federal de Mato Grosso. Los temas presentados, orientados por las demandas del sector productivo, incluyen estrategias nutricionales para el Pintado Amazónico; el potencial de las enzimas exógenas en dietas con DDGS para cerdos; el uso de alimentos fermentados como alternativa nutricional para animales jóvenes; la importancia de la evaluación precisa de la condición corporal de las cerdas; el manejo del transporte de cerdos con enfoque en la calidad de la carne; el uso de coproductos industriales, como la glicerina y la harina de semilla de algodón; y el manejo de la reutilización de la cama avícola. El capítulo también destaca las iniciativas del Núcleo de Estudios en Peces, Aves y Cerdos en la promoción de la innovación tecnológica y el emprendimiento. En síntesis, se presentan las recomendaciones técnicas y las necesidades de investigación de cada segmento estudiado, reforzando el compromiso con el avance científico y la transferencia de tecnologías para aumentar la eficiencia productiva, la sostenibilidad y la calidad de los productos para el sector productivo.

Palabras clave: monogástricos; innovación; sostenibilidad; transferencia de tecnología.

INTRODUÇÃO

As cadeias produtivas de proteína de origem animal enfrentam desafios contínuos relacionados ao aumento da eficiência produtiva, à sustentabilidade e à demanda por alimentos de alta qualidade. Em sistemas de produção intensiva de peixes, aves e suínos, a inovação tecnológica e os avanços em práticas de nutrição, alimentação e manejo são essenciais para garantir a competitividade do setor. O Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZ), da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), tem desempenhado um papel fundamental no desenvolvimento de soluções aplicadas ao setor produtivo, com enfoque nas demandas do estado de Mato Grosso e aplicações relevantes para outras regiões produtivas, através de sua linha de pesquisa em **Produção e Nutrição de Monogástricos**.

Conforme definido na proposta do programa, essa linha de pesquisa busca:

> *"investigar a natureza fisiológica e metabólica; aspectos alimentares e nutricionais, exigências de nutrientes, valor nutricional de alimentos, manejo e bem estar animal, nutrigenômica, biologia molecular e melhoramento genético, produção e conservação de rações, qualidade de carne e ovos e impacto ambiental da produção de animais monogástricos de interesse zootécnico através de métodos científicos consagrados e inovadores".*

Neste contexto, a identificação de gargalos que demandam soluções baseadas em ciência e tecnologia é guiada pela análise das necessidades do setor produtivo. Para ilustrar as pesquisas aplicadas que têm gerado impacto significativo nos diferentes elos das cadeias produtivas, este capítulo apresentará uma síntese de resultados de estudos desenvolvidos, abordando lacunas na nutrição do pintado amazônico, na utilização de coprodutos industriais como fontes alternativas de nutrientes, no manejo de transporte de suínos, nas ferramentas para avaliação de escore corporal de porcas, e nas práticas para manutenção da qualidade da cama em aviários, além do desenvolvimento de tecnologias de fermentação a partir da prospecção de microrganismos de amostras ambientais. A linha de pesquisa também se dedica ao processo de ideação de soluções para as cadeias produtivas, aplicando metodologias que fomentam a inovação tecnológica e o empreendedorismo.

Como parte da evolução e consolidação da linha de pesquisa, as investigações de que trata este capítulo foram agrupadas nos projetos "Estratégias para melhoria da eficiência produtiva de suínos e aves no estado de Mato Grosso" (2012-2022) e "Pesquisa aplicada e inovação tecnológica para a produção de peixes, aves e suínos na transição Cerrado-Amazônia" (2022-ao presente), além de projetos temáticos e específicos. Tais projetos tem como enfoque desenvolver tecnologias científicas para otimizar a produção de peixes, aves e suínos nas regiões dos biomas Cerrado, Amazônia e seus ecótonos, utilizando abordagens integradas nos campos de nutrição, reprodução, sanidade, manejo e melhoramento genético. Desta forma, forneceram base sólida para as pesquisas discutidas neste capítulo e refletem nosso compromisso em responder de maneira eficaz às necessidades do setor produtivo.

Portanto, além de investigar desafios práticos por meio da pesquisa aplicada integrada à transferência de tecnologia, a linha capacita profissionais críticos e competentes para identificar e resolver problemas complexos. Com uma visão orientada ao futuro da produção de proteína animal oriunda de peixes, aves e suínos em Mato Grosso, buscamos transformar conhecimento científico em práticas inovadoras e aplicáveis, ajudando os produtores a superar os desafios crescentes e promovendo maior eficiência produtiva, sustentabilidade e lucratividade. Portanto, o objetivo deste capítulo é transferir as tecnologias estudadas e validadas que abordam oportunidades específicas da cadeia produtiva, além de servir como convite para que o setor produtivo e o setor público unam forças para impulsionar o desenvolvimento de soluções para o progresso destas cadeias produtivas no estado de Mato Grosso.

SOLUÇÕES COM BASE EM PESQUISA APLICADA

Diante dos desafios enfrentados pelas cadeias produtivas de peixes, aves e suínos, a pesquisa aplicada se torna pilar essencial para o desenvolvimento de soluções. A seguir destacamos uma síntese de alguns de nossos estudos que resultaram em soluções práticas e eficientes, alinhadas às necessidades do setor produtivo e orientadas para a maximização da eficiência produtiva, a melhoria do bem-estar animal e a sustentabilidade.

Estratégias nutricionais para o Pintado Amazônico

Contextualização:

O pintado amazônico, híbrido de *Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*, é uma espécie de interesse crescente na piscicultura brasileira devido ao seu elevado potencial de produção intensiva e valor de mercado. No entanto, o cultivo eficiente dessa espécie depende de um entendimento profundo, ainda em desenvolvimento, sobre o valor nutricional dos alimentos, as necessidades nutricionais e o manejo alimentar em relação às respostas fisiológicas e ao crescimento muscular. A nutrição proteica destaca-se como fator crítico, não apenas por ser o macronutriente de maior custo, mas também por seu impacto no desempenho zootécnico, na saúde metabólica dos peixes, na qualidade da água no tanque e, por extensão, no impacto ambiental dos sistemas de cultivo. Além disso, a elaboração de estratégias nutricionais eficientes e sustentáveis requer conhecimento preciso sobre o valor nutricional dos ingredientes e práticas alimentares que maximizem a eficiência de utilização dos nutrientes. Neste contexto, nossos estudos se concentraram em três principais frentes: avaliar o crescimento compensatório em diferentes níveis de restrição alimentar, determinar os coeficientes de digestibilidade de ingredientes, e explorar os efeitos de diferentes níveis de proteína digestível na dieta sobre o crescimento muscular e o estresse oxidativo. O objetivo dessas investigações centra-se em otimizar o manejo alimentar e formulação de programas nutricionais para o Pintado Amazônico.

Principais resultados:

Pesquisas têm demonstrado que estratégias de restrição alimentar controlada podem promover o crescimento compensatório em peixes, contribuindo para a redução dos custos de produção. Cotrim *et al.* (2015) mostraram que o Pintado Amazônico, quando submetido a um período de 30 dias de restrição alimentar controlada, com taxas de alimentação de 2,0% ou 0,5% do peso vivo, seguido por realimentação a 5,0% do peso vivo, apresentou ganho de peso compensatório sem comprometer o desenvolvimento muscular. O peso final dos peixes foi equiparado ao dos indivíduos que receberam alimentação contínua a 5,0% do peso vivo. Em contrapartida, a restrição alimentar mais severa (0% do

peso vivo) prejudicou a recuperação do peso. Para a formulação de programas alimentares para o Pintado Amazônico, torna-se fundamental estabelecer um banco de informações abrangente sobre o valor nutricional dos ingredientes e as necessidades de nutrientes da espécie em suas diferentes fases de desenvolvimento. Marques *et al.* (2016) determinaram os coeficientes de digestibilidade de ingredientes disponíveis localmente, enquanto Leandro *et al.* (2020) demonstraram que, apesar de altos níveis de proteína na dieta aumentarem a concentração de aminoácidos no músculo, estes também elevaram o dano oxidativo e limitaram a hipertrofia muscular.

Aplicação:

Os resultados das pesquisas sugerem estratégias nutricionais práticas para a piscicultura. O uso de restrição alimentar controlada pode ser uma ferramenta eficaz para otimizar o crescimento do Pintado Amazônico, diminuindo custos sem comprometer o desempenho. Além disso, o conhecimento sobre a digestibilidade dos ingredientes permite a formulação de dietas mais eficientes, ajustando a inclusão de proteínas conforme as necessidades fisiológicas do peixe. Na prática, a aplicação destas estratégias possibilita melhorar o manejo alimentar e a saúde metabólica dos peixes, resultando em uma piscicultura mais eficiente e lucrativa.

Perspectivas:

Embora os resultados sejam promissores, ainda há a necessidade de estabelecer um banco de informações robusto sobre o valor nutricional dos ingredientes e as necessidades nutricionais específicas para o Pintado Amazônico, bem como os impactos de longo prazo de diferentes estratégias de alimentação. A consolidação desses dados contribuirá para fortalecer a cadeia produtiva, promovendo maior lucratividade e sustentabilidade.

Enzimas exógenas em dietas formuladas com DDGS para suínos

Contextualização:

Os grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS) são coprodutos da indústria de etanol de cereais e apresentam-se como fonte proteica promissora para a alimentação de animais monogástricos. No entanto, o elevado teor de fibra nos DDGSs representa um desafio na formulação de programas alimentares, uma vez que animais monogástricos possuem limitada capacidade de degradar as frações fibrosas do alimento, comprometendo a eficiência na utilização dos nutrientes. Na literatura existente ainda não foi possível estabelecer parâmetros claros para a utilização de enzimas exógenas em dietas com DDGS para monogástricos devido à grande variação nas respostas observadas. Neste contexto, nossas pesquisas investigaram o impacto da adição de enzimas carboidrases exógenas, como xilanase e β-glucanase, na digestibilidade de dietas formuladas com níveis crescentes de DDGS.

Principais resultados:

A inclusão de níveis crescentes de xilanase + β-glucanase em dietas formuladas com 25% de DDG de milho para suínos em crescimento aumentou a degradabilidade dos componentes fibrosos, resultando em maior disponibilidade de energia e proteína (Dereck, 2020). No estudo subsequente, Souza (2021) demonstrou que a eficácia da xilanase foi dependente dos níveis de DDGS na dieta, com melhorias na energia metabolizável observadas em dietas contendo até 15% de DDGS, além de aumentar a contagem de lactobacilos no trato gastrintestinal. Portanto, os resultados de ambos os estudos indicam que níveis elevados de enzimas ou de DDGS podem afetar a dinâmica no trato gastrintestinal, alterando as responsas às enzimas e influenciando a eficiência digestiva de forma não linear.

Aplicação:

Os resultados dessas pesquisas indicam que a adição de enzimas carboidrases exógenas, como xilanase e β-glucanase, pode ser uma estratégia eficaz para aumentar a digestibilidade de dietas formuladas com DDGS. Na prática,

para a formulação de programas alimentares torna-se essencial que os nutricionistas estabeleçam parâmetros de interação entre os níveis de inclusão de DDGS e níveis de enzimas, considerando que as respostas no aproveitamento dos nutrientes apresentam uma interação não linear entre estes dois fatores. Esta conclusão representa um avanço no entendimento das variações observadas nos resultados da literatura.

Perspectivas:

O entendimento da interação não linear entre níveis de enzimas e de DDGS nas dietas para suínos evidencia a necessidade de pesquisas para estabelecer diretrizes precisas sobre as dosagens ideais de enzimas em programas alimentares formulados com diferentes níveis de DDGS, visando otimizar o aproveitamento de nutrientes no trato gastrintestinal.

Processo para produção de alimentos fermentados para nutrição animal

Contextualização:

O uso de alimentos fermentados na nutrição de monogástricos tem ganhado destaque por seus múltiplos benefícios, especialmente direcionados para animais jovens, que demandam alimentos de maior valor biológico e enfrentam desafios relacionados à saúde intestinal. Dentre os processos fermentativos, a fermentação em estado sólido se destaca como tecnologia promissora para melhorar o valor nutricional de coprodutos industriais e outros ingredientes. Esse processo envolve o crescimento de microrganismos em matrizes sólidas sob condições de umidade controlada, permitindo a síntese de proteína microbiana e a produção de enzimas que degradam as diferentes estruturas moleculares do substrato. Na nutrição animal, a fermentação em estado sólido tem demonstrado eficácia em aumentar a disponibilidade de nutrientes, modificar a fração fibrosa, degradar fatores antinutricionais e melhorar o aproveitamento energético dos ingredientes fermentados, promovendo a saúde intestinal e contribuindo para dietas mais sustentáveis e economicamente viáveis. Nossos estudos têm se concentrado na prospecção de microrganismos com capacidade específica de

ISBN 978-65-5360-825-2 - Vol. 1 - Ano 2024 - www.editoracientifica.com.br

desenvolvimento em diferentes substratos, com ênfase na modificação da fração fibrosa de coprodutos industriais e demais alimentos com alta concentração de proteína, visando reduzir a dependência de fontes proteicas nobres.

Principais resultados:

Foram prospectadas cepas bacterianas de amostras ambientais com capacidade de degradação da fração fibrosa em matriz de DDGS, das quais aquelas com maior atividade celulolítica e potencial biotecnológico foram selecionadas para uso em processos de fermentação em estado sólido. O processo de fermentação mostrou aumentar a concentração de minerais e reduzir as frações de fibra em detergente neutro e detergente ácido, evidenciando sua capacidade de modificar estruturalmente o DDGS. Observou-se aumento da digestibilidade da fração de fibra, especialmente da celulose, e da metabolizabilidade do nitrogênio, resultando em incrementos dos valores de energia metabolizável de até 73kcal/kg de ração para suínos em crescimento (Giacomel, 2022) e 125 kcal/kg para frangos de corte em fase inicial (Silva, 2023). Além disso, verificou-se aumento no crescimento e melhoria na conversão alimentar de frangos de corte na fase inicial (Heberle, 2024).

Aplicação:

Essas pesquisas destacam o potencial da tecnologia de fermentação em estado sólido para modificar a estrutura das frações fibrosas dos alimentos e aumentar seu valor nutricional. Na prática, a inclusão de alimentos fermentados em dietas de animais jovens pode ser uma alternativa promissora para reduzir o uso de fontes proteicas nobres, promovendo maior eficiência alimentar e saúde intestinal dos animais. No entanto, desafios relacionados à magnitude das respostas ainda precisam ser superados para aprimorar essa tecnologia.

Perspectivas:

Os resultados obtidos até agora são encorajadores, mas há a necessidade de aprofundar as pesquisas para identificar as cepas bacterianas mais eficazes e compreender seus impactos em diferentes contextos de produção

animal. A consolidação de protocolos padronizados para a produção de alimentos fermentados e o desenvolvimento de estratégias que maximizem os benefícios nutricionais contribuirão para a competitividade e sustentabilidade da nutrição animal, especialmente em sistemas que buscam alternativas viáveis a ingredientes de alto valor biológico.

Métodos de avaliação da condição corporal de porcas

Contextualização:

A avaliação precisa da condição corporal de porcas é essencial para assegurar a saúde, o bem-estar e o desempenho produtivo das fêmeas suínas. Essa prática é fundamental para ajustar estratégias nutricionais e de manejo que impactam diretamente na eficiência produtiva e na longevidade do rebanho. De acordo com os parâmetros de referência, as porcas obesas são frequentemente associadas a problemas como restrição do consumo de ração durante a lactação e maior ocorrência de leitões natimortos e partos distócicos, enquanto porcas magras enfrentam dificuldades reprodutivas, problemas locomotores, baixa produção de leite e alta mortalidade ou descarte. No entanto, o manejo da condição corporal em rebanhos comerciais continua a ser um desafio operacional, com a proporção de porcas dentro da faixa ideal variando de 50 a 85%. Além disso, os genótipos modernos carecem de parâmetros de condição corporal adequados específicos para as novas linhagens. Diante deste desafio, temos investigado a eficácia de diferentes métodos de avaliação da condição corporal como o escore visual, o cáliper e a medição da espessura de toucinho por ultrassom e renco, na tratativa de estabelecer parâmetros para a gestão da condição corporal em rebanhos comerciais.

Principais resultados:

O estudo de Calegari (2023), fundamento nos dados obtidos anteriormente por Giacomel (2019), revelou alta correlação entre os métodos escore visual e cáliper para porcas pluríparas ($r > 0,70$) em comparação com porcas primíparas ($r < 0,70$). No entanto, em termos de capacidade de predição da condição corporal,

ISBN 978-65-5360-825-2 - Vol. 1 - Ano 2024 - www.editoracientifica.com.br

ambos os métodos de avaliação demonstraram limitações na precisão, com coeficientes de determinação baixos para a espessura de toucinho ($r^2 < 0,31$; $P < 0,001$) e para o peso corporal ($r^2 < 0,34$; $P < 0,001$). O acúmulo de gordura corporal, medido pela espessura de toucinho, não apresentou relação significativa com o peso corporal das matrizes ($r^2 < 0,18$; $P < 0,001$). Além disso, as correlações entre os métodos de avaliação no pré-parto e as perdas corporais na lactação foram baixas ($r < 0,32$; $P < 0,001$). Em termos práticos, os métodos utilizados mostraram pouca ou nenhuma correlação com o consumo de ração, as ocorrências de parto e o desempenho das leitegadas. Esses resultados indicam que, embora os métodos de avaliação sejam amplamente utilizados, suas limitações em termos de precisão e correlação com indicadores produtivos devem ser consideradas na gestão da condição corporal do rebanho.

Aplicação:

Os resultados evidenciam que a gestão da condição corporal carece de parâmetros atualizados de condição corporal e de métodos práticos e precisos que levem em conta a diversidade de fatores que influenciam os resultados. Embora os métodos disponíveis sejam importantes como ponto de partida para o manejo do rebanho, as limitações em prever a dinâmica corporal (acúmulo de gordura e crescimento da porca) e em correlacionar com parâmetros de eficiência produtiva e reprodutiva foram destacadas. Apesar de haver grande amplitude na condição corporal avaliada, com valores de 5 a 25 mm de espessura de toucinho, as condições de alojamento em ambientes termoneutros podem ter compensado os impactos produtivos frequentemente relatados na literatura.

Perspectivas:

Evidenciou-se a necessidade de aperfeiçoar os métodos de avaliação da condição corporal e de compreender melhor as interações entre condição corporal, nutrição, indicadores produtivos e reprodutivos, longevidade das porcas e fatores ambientais de alojamento.

Transporte de suínos em Mato Grosso

Contextualização:

O transporte de suínos para abate é uma das etapas mais críticas do manejo pré-abate, que pode comprometer o bem-estar animal e, consequentemente, a qualidade da carne. No estado de Mato Grosso, as distâncias percorridas das granjas até o frigorífico e as condições climáticas apresentam desafios adicionais que exigem padrões rigorosos para garantir o bem-estar animal e evitar perdas. Problemas no manejo pré-abate e durante o transporte, como densidades inadequadas ou condições de estresse térmico, podem aumentar a ocorrência de problemas de qualidade em carcaças, como carne pálida, flácida e exsudativa (PSE) ou carne escura, firme e seca (DFD). Portanto, a otimização do transporte é fundamental para minimizar perdas econômicas. Nosso estudo focou na avaliação do fluxo de transporte de suínos em Mato Grosso e o efeito da densidade de transporte sobre a qualidade da carne.

Principais resultados:

A análise do fluxo de transporte de suínos em MT (Pereira, 2014) mostrou um aumento significativo no número de suínos abatidos localmente, sendo mais de 80% com distancias de até 200 km. A densidade de transporte revelou-se um fator crucial: densidades de 236 e 275 kg/m² resultaram em maiores níveis de lactato desidrogenase e cortisol, indicando maior estresse nos animais, além de maiores lesões na carcaça. Por outro lado, a densidade de 251 kg/m² foi a mais eficaz, com melhores parâmetros de pH, cor da carne e menor perda por exsudação, independentemente da classe sexual. A temperatura corporal dos suínos variou significativamente ao longo das etapas do transporte, sendo mais elevada no desembarque, mas não diferiu entre densidades para a qualidade da carne. Além disso, suínos transportados a 251 kg/m² exibiram comportamento mais favorável, permanecendo em sua maioria deitados, sugerindo maior conforto e menos estresse em comparação com outras densidades.

Aplicação:

Os resultados indicam que a densidade de 251 kg/m² durante o transporte pré-abate é a mais indicada para minimizar o estresse e garantir a qualidade da carne de suínos em Mato Grosso. A aplicação prática desta densidade pode resultar em um manejo mais eficiente e no aumento da qualidade da carcaça, especialmente em regiões com longas distâncias ou condições climáticas adversas. Produtores e transportadores podem usar esses dados para otimizar o manejo e reduzir perdas econômicas associadas ao transporte, como lesões de carcaça e ocorrência de problemas de qualidade.

Perspectivas:

Futuras pesquisas devem explorar os efeitos de diferentes estratégias de transporte, como variações no tempo de espera, o impacto das condições climáticas extremas e a influência da classe sexual em diferentes densidades. Além disso, a avaliação de novas tecnologias e práticas de manejo pode ajudar a mitigar o estresse durante o transporte, garantindo que os padrões de bem-estar animal sejam continuamente aprimorados.

Uso de glicerina em dietas para suínos

Contextualização:

A glicerina, coproduto da produção de biodiesel, tem despertado interesse na nutrição de suínos como um ingrediente energético alternativo que pode ajudar a reduzir os custos das dietas. Em Mato Grosso, a expressiva produção de biodiesel, impulsionada pela agricultura de oleaginosas como a soja, reforça a necessidade de estudos sobre o aproveitamento sustentável da glicerina. Apesar das evidências de que a glicerina pode ser uma fonte energética viável, dúvidas ainda persistem sobre os níveis ideais de inclusão e os impactos potenciais em diferentes fases de produção. Nossos estudos investigaram a digestibilidade, o desempenho e a qualidade da carcaça de suínos alimentados com dietas contendo níveis crescentes de glicerina.

Principais resultados:

Foram determinados para a glicerina valores de energia metabolizável de 3.280 kcal/kg e 3.261 kcal/kg pelos métodos de coleta total e indicador, respectivamente (Verussa, 2015). A inclusão de até 15% de glicerina nas dietas melhorou a digestibilidade de nutrientes sem comprometer o desempenho e atributos de carcaça e carne de suínos em terminação (Leite, 2015), apresentando melhorias na conversão alimentar e ganho de peso diário em certos níveis de inclusão.

Aplicação:

Os resultados mostram que a glicerina pode ser uma fonte energética importante na dieta de suínos, especialmente em períodos de altos custos de ingredientes tradicionais. Além disso, a glicerina pode ser incorporada de forma convencional ou "on top," dependendo das exigências nutricionais e da estratégia de manejo adotada.

Perspectivas:

Os estudos destacam a necessidade de ampliar as pesquisas sobre a inclusão de glicerina em dietas de suínos, com ênfase em condições práticas de produção. Explorar a interação entre níveis de inclusão e outros ingredientes da dieta, bem como considerar os impactos econômicos, é essencial para maximizar o potencial desse coproduto na suinocultura. O desenvolvimento de protocolos padronizados e estratégias que otimizem o uso da glicerina pode contribuir para a sustentabilidade e competitividade do setor.

Manejo de reutilização da cama de aviário

Contextualização:

A reutilização da cama de aviário em sistemas de produção intensiva tem se mostrado prática comum, especialmente devido ao potencial de redução de custos com aquisição de novos substratos e mitigação de impactos ambientais. No entanto, a qualidade físico-química e microbiológica da cama é fator

crítico que afeta diretamente o bem-estar das aves e a qualidade do ambiente de criação, especialmente em condições de alta densidade e diferentes períodos sazonais. Nossos estudos investigaram métodos de tratamento de cama de frango, como a fermentação plana e a acidificação, para melhorar as condições ambientais e sanitárias, visando ao desempenho produtivo e à saúde das aves.

Principais resultados:

O tratamento térmico de fermentação plana, que envolve cobrir a cama de frango com lona plástica, foi eficaz em manter o desempenho dos frangos de corte e em reduzir a volatilização de amônia, com impacto significativos na temperatura e pH da cama (Rocha, 2017). Em contrapartida, o tratamento da cama com acidificantes, como sulfato de cálcio ativado e filossilicato expandido, reduziu o pH e a emissão de amônia, melhorando as condições físico-químicas da cama, mas sem apresentar efeito significativo na redução de enterobactérias, incluindo Salmonella sp. (Andrade, 2017; Gonçalves, 2016). Além disso, a cama acidificada mostrou capacidade superior de adsorver umidade e reduziu a incidência de pododermatites em frangos (Lima 2018), principalmente durante os períodos de alta pluviosidade, sem comprometer as características qualitativas da carne (Lima, 2018).

Aplicação:

Os resultados mostram que a aplicação de métodos de tratamento de cama, como a fermentação plana e a acidificação, pode ser eficaz em mitigar a volatilização de amônia e melhorar o ambiente de criação. Embora a fermentação plana manteve a qualidade do ambiente sem prejudicar o desempenho das aves, o uso de acidificantes pode ter maior eficácia na redução de amônia e umidade, especialmente em períodos chuvosos.

Perspectivas:

Embora os tratamentos apresentem resultados satisfatórios em termos de humidade, a eficácia na eliminação de patógenos e a manutenção da qualidade microbiológica da cama ainda são desafios. Pesquisas futuras devem focar no

desenvolvimento de protocolos que combinem estratégias térmicas e químicas, visando uma abordagem mais abrangente.

Uso de farelo de algodão na alimentação de suínos

Contextualização:

O farelo de algodão tem sido considerado uma alternativa para reduzir os custos na formulação de dietas para suínos. No entanto, o uso desse ingrediente enfrenta desafios relacionados ao seu elevado teor de fibras, que podem prejudicar tanto o desempenho produtivo quanto a qualidade da carcaça dos animais. Neste contexto, nossos estudos focaram na avaliação da digestibilidade dos nutrientes, desempenho produtivo e atributos de carcaça de suínos em terminação alimentados com dietas formuladas com níveis crescentes de farelo de algodão.

Principais resultados:

Os estudos revelaram que dietas formuladas com inclusão até 15% de farelo de algodão, embora apresentem alguns efeitos negativos na digestibilidade, não afetaram o desempenho dos suínos na fase de terminação nem comprometeram os aspectos físico-químicos da carne (Silva, 2019; Andrade, 2020; Pereira, 2021). Desta forma, a inclusão de farelo de algodão pode ser considerada na formulação de dietas para suínos em terminação, desde que os valores energéticos e de digestibilidade sejam corretamente ajustados e que a decisão seja fundamentada na análise de viabilidade econômica.

Aplicação:

Esses resultados demonstram que o farelo de algodão pode ser uma estratégia na alimentação de suínos em terminação. No entanto, é crucial levar em conta o valor nutricional na formulação de dietas e a tomada de decisão pautada na análise de viabilidade econômica. Ressalta-se também a importância de validar os resultados em maior escala de produção.

Perspectivas:

Para otimizar o uso do farelo de algodão na suinocultura, futuras pesquisas devem focar no desenvolvimento de um banco de informações detalhado sobre o valor nutricional. Além disso, será importante explorar estratégias de formulação e o uso de aditivos enzimáticos com fins de reduzir os custos de produção.

IDEAÇÃO DE SOLUÇÕES EM CIÊNCIA ANIMAL

A linha de pesquisa em **Produção e Nutrição de Monogástricos** também se destaca por promover o processo de ideação de soluções para as cadeias produtivas, utilizando e aplicando metodologias que incentivam a inovação tecnológica e o empreendedorismo. Neste sentido, por meio de seu Núcleo de Estudos em Peixes, Aves e Suínos (NEPAS), a linha tem desempenhado papel fundamental na implementação de iniciativas como o InovaNEPAS nos anos de 2019 e 2020. Essas iniciativas visam fomentar a cultura de inovação congregando pessoas com diferentes habilidades para idear soluções para demandas do setor produtivo.

Como resultado dos processos de ideação no InovaNEPAS, obtivemos duas propostas selecionadas dentre as 10 melhores no InovaPork e no InovaAvi, respectivamente, programas de inovação da Embrapa Suínos e Aves. Posteriormente, ambas as propostas foram contempladas com recursos do Edital Centelha (FAPEMAT), um programa de incentivo ao empreendedorismo inovador, culminando na criação de duas *startup*s, a SmartPig (CNPJ 40.178.761/0001-52, extinta por descontinuação) e a HenSolution (CNPJ 49.987.596/0001-54), atualmente em desenvolvimento.

A partir da experiência adquirida nessas iniciativas, o programa de pós-graduação em Zootecnia passou a oferecer regularmente disciplinas voltadas à ideação e inovação tecnológica:

- **Futurismo e Inovação em Ciência Animal (30 horas):** que visa aproximar os discentes do ambiente corporativo, abordando temas como os futuros da ciência animal, construção de carreira, metodologias de solução de problemas, tecnologias digitais disruptivas, inovação, empreendedorismo, desenvolvimento de produtos e serviços, marketing estratégico, agregação de valor e consultoria.

- **Inovação Tecnológica (30 horas):** focada no processo de inovação, esta disciplina explora ferramentas para solução de problemas, propriedade intelectual, inovação baseada em ciência e *design thinking*. A abordagem hands-on da disciplina adapta-se ao público-alvo, como exemplificado em uma edição destinada a alunos do Convênio GCUB-Coimbra, oriundos de diversos países da América Latina, onde o foco esteve nas oportunidades e desafios da produção de alimentos na região.

Essas iniciativas evidenciam o compromisso com a formação de profissionais capazes de desenvolver soluções inovadoras para os desafios enfrentados pelas cadeias produtivas, promovendo o avanço da ciência animal e a criação de tecnologias sustentáveis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

Recomendações técnicas

Os resultados de pesquisa aplicada sumarizados neste capítulo oferecem diretrizes valiosas para otimizar a produção de monogástricos. É recomendado que os produtores e técnicos considerem os achados para soluções estratégicas baseadas em pesquisa aplicada a fim de aumentar a eficiência produtiva, sustentabilidade e lucratividade das cadeias produtivas de peixes, aves e suínos. Evidente que este compilado de resultados não visa esgotar as possibilidades em cada temática, mas nos colocamos à disposição para auxiliar no processo.

Necessidades de pesquisa

Ainda existem lacunas significativas que exigem investigação para fortalecer as recomendações práticas e ampliar a aplicabilidade dos estudos desenvolvidos, conforme tratado nos diferentes itens, além da necessidade de desenvolver bases de dados técnico-científicas, protocolos, processos e produtos que ofereçam soluções robustas ao setor produtivo. O fortalecimento dessas áreas garantirá avanços contínuos na ciência animal, promovendo sistemas de produção mais eficientes e sustentáveis e impulsionando o desenvolvimento das cadeias produtivas de peixes, aves e suínos.

Agradecimentos

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa de Mato Grosso (FAPEMAT) e à Fundação Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), pelo apoio financeiro e pelas bolsas de estudos. Estendemos também nossa gratidão a todos os docentes, discentes, técnicos, produtores, profissionais, empresas e demais pessoas que, de forma direta ou indireta, contribuíram para as ações de pesquisa apresentadas neste capítulo.

Contribuições Do Autor

Este capítulo reúne as atividades de pesquisa aplicada lideradas por docentes que passaram pela linha de pesquisa em **Produção e Nutrição de Monogástricos**, resultando na formação de 20 Mestres em Zootecnia, cujas dissertações são citadas na literatura consultada descrita a seguir, além de número expressivo de estudantes de iniciação científica, iniciação tecnológica e trabalho de conclusão de curso. O esforço conjunto desses pesquisadores fortalece o vínculo entre a pesquisa científica e a aplicação prática, consolidando a formação de recursos humanos qualificados e inseridos nos diferentes elos das cadeias produtivas de peixes, aves e suínos.

LITERATURA CONSULTADA

Solana Calegari. Associação entre indicadores de condição corporal com consumo de ração e desempenho de porcas. 2023. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Orientador: Maicon Sbardella.

Layanne Agatha Lima da Silva. Fermentação de DDGS em estado sólido com bactérias celulolíticas para alimentação de frangos de corte. 2023. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Orientador: Maicon Sbardella.

Elias Giacomel. Fermentação em estado sólido de coprodutos de milho para suínos em crescimento. 2022. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Orientador: Maicon Sbardella.

Caroline de Souza. Efeitos da Xilanase em dietas contendo DDGS de milho para suínos em crescimento. 2021. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Orientador: Maicon Sbardella.

Gabriel Henrique Marques Pereira. Fontes proteicas para suínos na fase terminação. 2021. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Orientador: Alessandro Borges Amorim.

Stephane Vasconcelos Leandro. Crescimento muscular e estresse oxidativo em Pintado Amazônico alimentado com níveis de proteína. 2020. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Orientador: Maicon Sbardella.

Bryan Francisco Castro Dereck. Efeito de xilanase e glucanase sobre a digestibilidade de dietas contendo coproduto de etanol de milho para suínos. 2020. Dissertação (Mestrado em ZOOTECNIA) - Universidade Federal de Mato Grosso, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Orientador: Maicon Sbardella.

Rauana Vieira Andrade. Características de carcaça e qualidade da carne de suínos alimentandos com farelo de algodão consorciado com complexo enzimático. 2020. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Orientador: Alessandro Borges Amorim.

Jone Rodrigues da Silva. Farelo de algodão consorciado com complexo enzimático para suínos na fase de terminação. 2019. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Orientador: Alessandro Borges Amorim.

Juliana de Fátima Pereira Lima. Qualidade de carne e ocorrência de pododermatite em frangos de corte criados em cama com acidificante em diferentes períodos sazonais. 2018. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Orientador: Claudia Marie Komiyama.

Ana Claudia Ferreira de Andrade. Qualidade físico-química e microbiológica da cama de frango de corte reutilizada e acidificada. 2017. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Orientador: Claudia Marie Komiyama.

Priscila Almeida dos Santos da Rocha. Efeito de fermentação da cama de frango reutilizada sobre o desempenho, ambiência e a qualidade físico-química da cama de frangos de corte. 2017. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-graduação em Zootecnia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso. Orientador: Ana Paula Silva Ton.

Soraia Andressa Dall Agnol Marques. Determinação do coeficiente de digestibilidade aparente de alimentos para pintado amazônico. 2016. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso. Orientador: Ana Paula Silva Ton.

Rafaeli Gonçalves Leite. Avaliação de diferentes metodologias na determinação do valor nutricional da glicerina e níveis de inclusão em dietas de suínos em terminação. 2016. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Mato Grosso, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso. Orientador: Anderson Corassa.

Nariane Silva Gonçalves. Qualidade da cama de frango com a adição de acidificantes em diferentes períodos pluviométricos. 2016. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Orientador: Claudia Marie Komiyama.

Marcela Daiane Gouveia de Moraes. Ocorrência de *Alphytobius diaperinus* e tratamento fermentativo da cama de frangos. 2016. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso. Orientador: Claudia Marie Komiyama.

Ana Claudia Ferreira de Andrade. Qualidade físico-química e microbiológica da cama de frango de corte reutilizada e acidificada. 2015. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Orientador: Claudia Marie Komiyama.

Guiomar Helena Verussa. Valor nutricional da glicerina determinado com diferentes metodologias sobre o desempenho e parâmetros séricos em suínos. 2015. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Mato Grosso, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso. Orientador: Anderson Corassa.

Thiago Santana Cotrim. Caracterização dos mecanismos de crescimento muscular do híbrido pintado amazônico após restrição alimentar. 2015. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso. (Orientador: Danilo Henrique Aguiar).

Thuanny Lúcia Pereira. Fluxo pré-abate de suínos no Estado de Mato Grosso e efeito da densidade no transporte e da classe sexual sobre o bem-estar e a qualidade de carne. 2014. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Mato Grosso, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Orientador: Anderson Corassa.

05

THE NS DAIRY CATTLE: UM SISTEMA DE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS PARA BOVINOS DE LEITE

André Soares de Oliveira
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

10.37885/241218402

RESUMO

Um dos maiores desafios da humanidade será atender à crescente demanda por alimentos de origem animal, diante das restrições sociais e de recursos naturais para a expansão da produção animal. Como a disponibilidade de alimentos para ração animal, de terras e de água para consumo dos animais tem se tornado limitante em várias regiões do mundo, as fontes de energia e nutrientes na dietas dos animais necessitam ser utilizadas de maneira ainda mais eficiente. O *NS Dairy Cattle (Nutrition System for Dairy Cattle*) é um novo modelo para avaliar dietas e quantificar o consumo de alimentos e água, as exigências de energia e nutrientes, a emissão de gases de efeito estufa e a excreção de nutrientes por bovinos leiteiros, desenvolvido no Laboratório de Pesquisa em Pecuária de Leite da UFMT-Sinop. A primeira versão de uma ferramenta para calculo das exigências nutricionais pelo modelo NS Dairy Cattle foi publicada e está disponível gratuitamente para produtores, profissionais e estudantes da área. Como este projeto espera-se contribuir para melhorar a eficiência produtiva, econômica e ambiental da pecuária de leite.

Palavras-chave: exigências nutricionais; metano; modelagem.

ABSTRACT

One of humanity's greatest challenges will be meeting the growing demand for animal-based food, given the social and natural resource constraints on the expansion of animal production. As the availability of animal feed, land, and water for animal consumption has become limiting in several regions of the world, the sources of energy and nutrients in animal diets need to be used more efficiently. The NS Dairy Cattle (Nutrition System for Dairy Cattle) is a new model designed to evaluate diets and quantify feed and water intake, energy and nutrient requirements, greenhouse gas emissions, and nutrient excretion by dairy cattle. It was developed at the Dairy Livestock Research Laboratory at UFMT-Sinop. The first version of a tool for calculating nutritional requirements using the NS Dairy Cattle model has been published and is available free of charge for producers, professionals, and students in the field. This project is expected to contribute to improving the productive, economic, and environmental efficiency of dairy farming.

Keywords: methane; modeling; nutrient requirements**.**

RESUMEN

Uno de los mayores desafíos de la humanidad será satisfacer la creciente demanda de alimentos de origen animal, dadas las restricciones sociales y de recursos naturales para la expansión de la producción animal. Dado que la disponibilidad de alimentos para animales, tierras y agua para el consumo animal se ha vuelto limitante en varias regiones del mundo, las fuentes de energía y nutrientes en las dietas de los animales deben ser utilizadas de manera aún más eficiente. El NS Dairy Cattle (Nutrition System for Dairy Cattle) es un nuevo modelo diseñado para evaluar dietas y cuantificar el consumo de alimentos y agua, las necesidades de energía y nutrientes, las emisiones de gases de efecto invernadero y la excreción de nutrientes por el ganado lechero. Fue desarrollado en el Laboratorio de Investigación en Ganadería Lechera de la UFMT-Sinop. La primera versión de una herramienta para calcular los requerimientos nutricionales utilizando el modelo NS Dairy Cattle ha sido publicada y está disponible de manera gratuita para productores, profesionales y estudiantes del área. Se espera que este proyecto contribuya a mejorar la eficiencia productiva, económica y ambiental de la ganadería lechera.

Palavras clave: metano; modelado; requerimientos nutricionales.

INTRODUÇÃO

A cadeia de produção animal é um setor dinâmico e fundamental para o suprimento dietético de nutrientes essenciais, para a geração de renda e emprego e para a ocupação de áreas não agricultáveis no mundo. Alimentos de origem animal (carne, leite e ovos) contribuem com 17% da demanda de energia e 33% do consumo de proteína dietética no mundo, além de serem fontes de diversos micronutrientes. O setor contém 600 milhões de produtores rurais e emprega cerca de 1,3 bilhão de pessoas. Os sistemas de produção animal ainda ocupam 30% da superfície terrestre e consomem 20% de toda água potável disponível no mundo (Thornton, 2010; Alexandratos e Bruinsma, 2012; FAO, 2012).

Nos últimos 50 anos, o setor apresentou um extraordinário crescimento em produtividade, o que contribuiu para a redução nos preços relativos das carnes, leite e ovos, e para o aumento do consumo *per capita* de proteína e outros nutrientes essenciais na dieta da população. Todavia, o crescimento na demanda por produtos de origem animal ainda será elevado nas próximas décadas, em razão principalmente do crescimento na renda *per capita* em regiões em desenvolvimento e populosas. Assim, um dos maiores desafios da humanidade será atender à crescente demanda por alimentos de origem animal, diante das restrições sociais e de recursos naturais para a expansão da produção animal. Como a disponibilidade de alimentos para ração animal, de terras e de água para consumo dos animais tem se tornado limitante em várias regiões do mundo, as fontes de energia e nutrientes na dietas dos animais necessitam ser utilizadas de maneira ainda mais eficiente (Mottet *et al.*, 2017).

A modelagem matemática dos processos de ingestão, digestão, absorção, utilização da energia e nutrientes para produção animal, bem como a excreção e as perdas de nutrientes representam uma poderosa ferramenta para otimizar a eficiência da produção animal. Modelagem pode ser definida como a representação matemática de sistemas físicos, químicos, biológicos ou sociais, que integra o conhecimento científico gerado ao longo do tempo, e permite prever os fenômenos em diferentes cenários. A compreensão, predição e interferência de fenômenos são os principais objetivos da modelagem matemática. Além disso, por meio da modelagem matemática o conhecimento científico acumulado pode ser melhor integrado e utilizado para desenvolver sistemas de apoio à decisão.

ISBN 978-65-5360-825-2 - Vol. 1 - Ano 2024 - www.editoracientifica.com.br

O *NS Dairy Cattle (Nutrition System for Dairy Cattle*) é um novo modelo para avaliar dietas e quantificar o consumo de alimentos e água, as exigências de energia e nutrientes, a emissão de gases de efeito estufa e a excreção de nutrientes por bovinos leiteiros. desenvolvido no Laboratório de Pesquisa em Pecuária de Leite da UFMT-Sinop. O desenvolvimento do *NS Dairy Cattle* foi iniciado em 2012. com suporte do CNPq, CAPES e FAPEMAT, e contou com a participação de diversos discentes da linha de pesquisa de Nutrição e Produção de Ruminantes do PPGZ da UFMT-Sinop.

NS Dairy Cattle

O principal objetivo com o *NS Dairy Cattle* é contribuir para aumentar a produtividade e sustentabilidade da produção animal, por meio das seguintes abordagens:

1) melhor compreensão dos mecanismos reguladores do consumo, digestão, absorção e utilização dos nutrientes pelos animais;
2) desenvolvimento de modelos matemáticos mais precisos e acurados para prever o consumo, exigências nutricionais, excreção de nutrientes e desempenho animal;
3) desenvolvimento de um sistema de base científica para melhorar a eficiência e eficácia na formulação e avaliação de dietas para bovinos leiteiros, de uso gratuito e disponível na internet.

O The NS Dairy Cattle está dividido nove sub-modelos (Tabela 1), dos quais três foram objetos desta proposta para finalizar a primeira versão do modelo The NS Dairy Cattle.

Tabela 1 - Sumário com a descrição dos submodelos do *The NS Dairy Cattle* desenvolvido pelo *Dairy Cattle Research Laboratory* da UFMT-Sinop.

	Submodelos	Descrição	Referência
1	**Consumo de alimentos**	Predição do consumo de matéria seca total em confinamento e pastejo	Souza *et al.* (2014); Oliveira e Ferreira (2016); Vieira (2017)
2	**Consumo de água**	Predição do consume de água de bebida	Torres *et al.* (2019)
3	**Exigências de energia**	Exigências de energia líquida e metabolizável para mantença, lactação, crescimento e reserva corporal	Oliveira (2014; 2015); Batista *et al.* (2020)
4	**Exigências de proteína e aminoácidos**	Exigências de proteína líquida e metabolizável para mantença e lactação; Predição da digestibilidade intestinal da proteína não degradável no rúmen da dieta; Predição do fluxo intestinal de nitrogênio microbiano*; Exigências de lisina, metionina e histidina, e respostas com suplementação de AA protegidos*;	Silva e Oliveira (2023)
5	**Exigências de minerais**	Exigências líquidas e dietéticas de Ca, P e outros minerais para vacas leiteiras	Oliveira e Soares (2024)
6	**Emissão metano entérico**	Fatores que afetam a emissão e intensidade de emissão entérico em bovinos leiteiros	Donadia *et al.* (2023)
7	**Excreção de nitrogênio e fósforo**	Excreção fecal e urinária de nitrogênio e fósforo	Silva e Oliveira (2023), Oliveira e Soares (2024)
8	**Recomendações de suplementação com lipídeos**	Recomendações e respostas de uso de lipídeos para vacas de leite em confinamento e pastejo	Bedon (2020), Martins (2022)
9	**Aditivos**	Fatores que afetam a resposta ao uso de inoculantes microbianos em silagens, ionóforos, e enzimas fibrolíticas	Oliveira *et al.* (2017), Arriola *et al.* (2018), Arriola *et al.* (2021), Moura *et al.* (2021), Moura *et al.* (2022).
10	**Recomendações de utilização de co-produtos agroindustriais**	Recomendação de uso de farelo de crambe, farelo de pinhão-manso, e grãos destilados de milho e sorgo na alimentação de ruminantes	Moura *et al.* (2017), Souza *et al.* (2018), Stotzer *et al.* (2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

Recomendações técnicas

Uma primeira versão da ferramenta de cálculo das exigências nutricionais para vacas de leite do NS Dairy Cattle foi publicada em 2019 e está disponível gratuitamente (Oliveira, 2019) para uso por estudantes, profissionais da áreas, agroindústrias, produtores, e demais interessados.

ISBN 978-65-5360-825-2 - Vol. 1 - Ano 2024 - www.editoracientifica.com.br

Necessidades de pesquisa

Os principais fatores limitantes para o avanço da pesquisa no nosso grupo de pesquisa é a limitação de infraestrutura, notadamente de área de experimentação com bovinos de leite na UFMT-Sinop. As principais necessidades são:

Aperfeiçoar o sub-modelo mineral do NS Dairy Cattle, por meio desenvolvimento de experimentos sobre balanço de macro e microminerais em diferentes fases fisiológicas do animal, com objetivo de estimar as perdas endógenas de minerais (exigência para mantença) e o coeficiente de retenção verdadeiro dos minerais.

Aperfeiçoar o sub-modelo metano do NS Dairy Cattle, por meio desenvolvimento de experimentos sobre estratégias nutricionais para mitigar a emissões de gases de efeito estufa na pecuária de leite, por meio de análise de ciclo de vida;

Aperfeiçoar o sub-modelo aditivos, por meio de meta-análises sobre o uso dos demais aditivos legalmente aprovados na alimentação de bovinos, tais como: tamponantes e alcalinizantes; sais aniônicos; levedura viva; probióticos (*bacterial direct-fed microbes*); biotina; niacina protegida; colina protegida; análogo de hidroxi-metionina; propionato de cálcio; propileno glicol e glicerina; saponinas; e óleos essenciais.

Agradecimentos

O autor agradece ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFMT pelo apoio e gestão fundamental para o desenvolvimento do NS Dairy Cattle, à CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro ao projeto, pela concessão de bolsas de mestrado aos discentes do PPGZ, e bolsa produtividade em pesquisa ao autor, às Pro-Reitorias de Pesquisa e de Pós-Graduação da UFMT, ao Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, e ao Dr. Pompílio Paulo Azevedo Silva Neto (Promotor de Justiça, Ministério Público do Estado de Mato Grosso) pelo apoio ao Projeto Produção Animal de Baixo Carbono, especialmente com o suporte direto para o pagamento das taxas de publicações dos artigos.

Contribuições do autor

O autor do NS Dairy Cattle orientou 19 estudantes em iniciação científica, 17 dissertações e Cinco Teses de Doutorado sobre o tema, e publicou 23 artigos

sobre o NS Dairy Cattle, impactando diretamente a área de Nutrição e Produção de Ruminantes, com aplicações práticas observadas no setor de Nutrição e Alimentação de Bovinos de Leite.

LITERATURA CITADA

Obras geradas no PPGZ

Dissertações

Márcia Cristina de Souza. Mestrado em Zootecnia/UFMT. Metanálise do consumo de matéria seca vacas leiteiras em condições tropicais. Ano de conclusão 2013.

Karine Claudia Alessi. Mestrado em Zootecnia/UFMT. Biodestoxificação do farelo de mamona. Ano de conclusão: 2015.

João Rafael de Assis. Mestrado em Zootecnia/UFMT. Extrato de plantas como manipulador da fermentação ruminal. Ano de conclusão 2016.

Lucas Maciel Gomes Olini. Mestrado em Zootecnia/UFMT. Benchmarking de sistemas de produção de leite no Estado de Mato Grosso. Ano de conclusão 2016.

Maura Frare Menegon. Mestrado em Zootecnia/UFMT. Eficácia da espectroscopia de ultra-som na determinação de características físico-químicas do leite crú. Ano de conclusão 2016.

Rodrigo de Nazaré Santos Mestrado em Zootecnia/UFMT. Torres. Predição do consumo de água em vacas leiteiras. Ano de conclusão 2017.

Érika Sbeguen Stotzer. Mestrado em Zootecnia/UFMT. Graos destilados e sorgo na alimentacao de ovinos.. Ano de conclusão 2017.

Flávio Junior Gonçalves Vieira. Mestrado em Zootecnia/UFMT. Fatores que afetam o consumo de vacas leiteiras. Ano de conclusão 2017.

Andrea Beltrani Donadia. Mestrado em Zootecnia/UFMT. Predição da emissão de metano entérico de vacas leiteiras. Ano de conclusão 2018.

Suziane Rodrigues Soares. Mestrado em Zootecnia/UFMT. Novo sistema de exigências de cálcio e fósforo para vacas leiteiras em lactação. Ano de conclusão 2018.

Henrique Melo da Silva. Mestrado em Zootecnia/UFMT. The NS Dairy Cattle: Protein requirements submodel for lactating dairy cows. Ano de conclusão 2019.

Walter Bedon Gallardo. Mestrado em Zootecnia/UFMT. Efeitos da suplementação lipídica sobre o desempenho e metabolismo de vacas leiteiras. Ano de conclusão 2020.

Mari Lucia Marques Xavier. Mestrado em Zootecnia/UFMT. Grãos destilados na alimentação de vacas leiteiras. Ano de conclusão 2020.

Indiara Patricia Martins. Mestrado em Zootecnia/UFMT. Suplementação lipídica para vacas leiteiras em pastejo. Ano de conclusão 2022;

Andrea Beltrani Donadia. Doutorado em Ciência Animal/UFMT. Fatores que afetam o consumo de matéria seca e modelos preditivos para novilhas em pré-parto e vacas secas leiteiras. Ano de conclusão 2022;

Patente Publicada (inventor principal)

Oliveira, André Soares de; Alessi, K. C.; Oliveira, MRC PROCESSO DE DESTOXIFICAÇÃO DE SEMENTES OU PRODUTOS DO PROCESSAMENTO DE SEMENTES DE RICINUS COMMUNIS E O PRODUTO RESULTANTE, 2015. Categoria: Produto e Processo. Instituição onde foi depositada: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. País: Brasil. Natureza: Patente de Invenção. Número do registro: BR10201503088. Número do depósito PCT: 10201503088. Data de depósito: 10/12/2015. Em domínio público: 13/06/2017. Data da concessão: 05/10/2021. Depositante/Titular: Universidade Federal de Mato Grosso.

Prêmios de Excelência em Pesquisa

Prêmio de Melhor Artigo Científico publicado no Ano de 2023 na área da Zootecnia por pesquisadores brasileiros (Prêmio Professor Geraldo Gonçalves Carneiro), pela Sociedade Brasileira de Zootecnia, em 2024. Artigo: A new protein requirement system for dairy cows. Autores: Henrique Melo da Silva e André Soares de Oliveira);

Orientador da Melhor Dissertação Mestrado em Zootecnia (Premio "Nicolau Athanassof") defendida no ano de 2013 em Programas de Pós Graduação em Zootecnia no Brasil, Sociedade Brasileira de Zootecnia. Dissertação: Modelos de Predição do Consumo de Matéria Seca de Vacas de Leite. Discente: Márcia Cristina de Souza. Orientador: André Soares de Oliveira. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, UFMT-Sinop;

Melhor resumo na área de Nutrição e Produção de Ruminantes na 56A Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Trabalho "Production of enteric methane emission for lactating cows", Sociedade Brasileira de Zootecnia. Discente do PPGZ: Andrea Beltrani Donadia. Orientador: André Soares de Oliveira;

Prêmio Zootechnie - Pesquisador pela excelência na produção de conhecimento para o Estado de Mato Grosso, Conselho de Medicina Veterinaria e Zootecnia. Ano de 2019;

Prêmio Zootechnie - Pesquisador pela excelência na produção de conhecimento para o Estado de Mato Grosso, Conselho de Medicina Veterinaria e Zootecnia. Ano de 2014.

Artigos

Arriola, K.; Oliveira, André Soares De; Ma, Z. X.; Lean, I. J. ; Giurcanu, M. C. ; Adesogan, A. (2017). A meta-analysis on the effect of dietary application of exogenous fibrolytic enzymes on the performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100, 1-15. https://doi.org/10.3168/jds.2016-12103.

Arriola, K. G., Oliveira, A. S., Jiang, Y., Kim, D., Silva, H. M., Kim, S. C., Amaro, F. X., Ogunade, I. M., Sultana, H., Pech Cervantes, A. A., Ferraretto, L. F., Vyas, D., & Adesogan, A. T. (2021). Meta-analysis of effects of inoculation with *Lactobacillus buchneri*, with or without other bacteria, on silage fermentation, aerobic stability, and performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 104(7), 7653–7670. https://doi.org/10.3168/jds.2020-19647.

Brito, A. F., Almeida, K. V., & Oliveira, A. S. (2022). Production performance, nutrient use efficiency, and predicted enteric methane emissions in dairy cows under confinement or grazing management system. *Translational Animal Science*, *6*(2), txac028. https://doi.org/10.1093/tas/txac028.

Batista, G. F. N., Oliveira, M. R. C., de Moura, D. C., de Souza, J. G., da Silva, H. M., Gallardo, W. B., *et al.* (2020). Avaliação de sistemas energéticos para vacas leiteiras. *Nativa*, 8(2), 280-288. https://doi.org/10.31413/nativa.v8i2.8440 .

Donadia, A. B., Torres, R. N. S., Silva, H. M. D., Soares, S. R., Hoshide, A. K., & Oliveira, A. S. (2023). Factors Affecting Enteric Emission Methane and Predictive Models for Dairy Cows. Animals, 13(11), 1857. https://doi.org/10.3390/ani13111857.

Franco, P. M., Oliveira, M. R. C., de ASSIS, J. R., Junior, J. G., Torres, R. N. S., Alessi, K. C., *et al.* (2020). Extrato de mamona como manipulador da fermentação ruminal. *Nativa*. 8, 289-294. doi:10.31413/nativa.v8i2.8325.

Menegon, M. F., da ROSA, C. C. B., Wobeto, C., Oliveira, M. R. C., da SILVA, H. M., Donadia, A. B., *et al.* (2020). Eficácia da espectroscopia por ultrassom e do congelamento na avaliação da composição química do leite. *Nativa*, *8*(1), 145-149. doi:10.31413/nativa.v8i1.8436.

Moura, D. C. D., Vieira, F. J. G., Miranda, R. M., Cordeiro, P. O., Molossi, L., da Silva Souza, D., *et al.* (2023). Effect of low-glucosinolate crambe meal in diet on lactational performance, efficiency of nutrient utilization, and hepatic function of crossbred Holstein× Zebu and Jersey cows. *Tropical Animal Health and Production*, *55*(6), 417. https://doi.org/10.1007/s11250-023-03819-6.

Moura, D. C., Torres, R. D. N. S., da Silva, H. M., Donadia, A. B., Menegazzo, L., Xavier, M. L. M., *et al.* (2021). Meta-analysis of the effects of ionophores supplementation on dairy cows performance and ruminal fermentation. *Livestock Science*, 254, 104729. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104729.

Olini, L. M. G., Donadia, A. B., da Silva, H. M., Alessi, K. C., de Abreu, D. C., & de Oliveira, A. S. (2020). Fatores que afetam a rentabilidade da pecuária de leite. *Nativa*, *8*(2), 295-301. doi:10.31413/nativa.v8i2.8448.

Oliveira, A. S. (2015). Meta-analysis of feeding trials to estimate energy requirements of dairy cows under tropical condition. *Animal Feed Science and Technology*, *210*, 94-103. http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.10.006.

Oliveira, A.S. (2014). Endogenous Fraction of Purine Derivatives in Dairy Cows. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production.* 30:181.

Oliveira, A.S. (2019). The Nutrition System for Dairy Cattle (NS Dairy Cattle): A Model of Energy and Nutrients Requirements and Diet Evaluation for Dairy Cattle. 1th edition", Mendeley Data, 4, doi: 10.17632/hvc7smjjb7.4.

Oliveira, A. S., & Ferreira, V. B. (2016). Prediction of intake in growing dairy heifers under tropical conditions. *Journal of Dairy Science*, 99(2), 1103-1110. http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-9638.

Oliveira, A. S., Abreu, D. C., Fonseca, M. A., & Antoniassi, P. M. B. (2013). Development and evaluation of predictive models of body weight for crossbred Holstein-zebu dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 96(10), 6697-6702. http://dx.doi.org/ 10.3168/jds.2013-6988.

Oliveira, A. S. D., & Soares, S. R. (2024). A new system of phosphorus and calcium requirements for lactating dairy cows. *PloS one*, 19(8), e0308889. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0308889.

Oliveira, A. S., Weinberg, Z. G., Ogunade, I. M., Cervantes, A. A., Arriola, K. G., Jiang, Y, *et al.* (2017). Meta-analysis of effects of inoculation with homofermentative and facultative heterofermentative lactic acid bacteria on silage fermentation, aerobic stability, and the performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *100*(6), 4587-4603. https://doi.org/10.3168/jds.2016-11815.

Sacramento, J. P., Oliveira, A. S., Leao, A. E., Fonseca, A. P., Coelho, S. G., Tomich, T. R., *et al.* (2024). Energy requirement for primiparous Holstein× Gyr crossbred dairy cows. *Journal of Dairy Science*. doi: 10.3168/jds.2023-24393.

Silva, H. M. D., & Oliveira, A. S. (2023). A new protein requirement system for dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 106(3), 1757–1772. https://doi.org/10.3168/jds.2022-22348.

Souza, M. C., Oliveira, A. S., Araújo, C. V., Brito, A. F., Teixeira, R. M. A., Moares, E. H. B. K., & Moura, D. C. (2014). Prediction of intake in dairy cows under tropical conditions. *Journal of Dairy Science*, *97*(6), 3845-3854. http://dx.doi.org/ 10.3168/jds.2013-7652.

Stotzer, E. S., Alessi, K. C., Torres, R. N., Ogunade, I., Corassa, A., Moraes, E. H., *et al.* (2022). Corn and sorghum distiller grains in sheep diets. *Small Ruminant Research*, *212*, 106710. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2022.106710.

Torres, R. N. S., Silva, H. M., Donadia, A. B., Menegazzo, L., Xavier, M. L. M., Moura, D. C., *et al.* (2019). Factors affecting drinking water intake and predictive models for lactating dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, *254*, 114194. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.05.017.

Referencial teórico (outras literaturas consultadas)

Alexandratos, N.; Bruinsma, J. (2012). World Agriculture Towards 2030/2050. The 2012 Revision. ESA Working Paper n° 12-03. Agricultural Development Economics Division. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at: http://www.fao.org/fileadmin/templates/esa/Global_persepctives/world_ag_2030_50_2012_rev.pdf.

Food Agriculture Organization Of The United Nations (FAO). (2012). Coping with water scarcity: An action framework for agriculture and food security. Rome. Available at: http://www.fao.org/docrep/016/i3015e/i3015e.pdf.

Mottet, A., de Haan, C., Falcucci, A., Tempio, G., Opio, C., & Gerber, P. (2017). Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Global food security*, *14*, 1-8.. doi:10.1016/j.gfs.2017.01.001.

Thornton, P. K. (2010). Livestock production: recent trends, future prospects. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *365*(1554), 2853-2867. Available at: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2935116/pdf/rstb20100134.pdf.

06

INOVAÇÕES NO MANEJO DE PASTAGENS E SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA DE CORTE EM MATO GROSSO

Bruno C. Pedreira
University of Tennessee-Knoxville, Knoxville, TN, USA.

Fagner J. Gomes
Universidade de São Paulo (USP)

Dalton H. Pereira
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

10.37885/241218403

RESUMO

A pecuária de corte no Mato Grosso é um setor vital para a economia, destacando-se pela integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e pelo uso de forrageiras, como *Brachiaria* spp. e *Panicum* spp., que são as principais fontes alimentares para a produtividade de bovinos a pasto. As pesquisas da Embrapa Agrosilvipastoril em parceria com o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFMT têm se concentrado para otimizar a produção e a qualidade da forragem em sistemas de produção animal em pastagens. O uso de modelagem matemática tem permitido estimar o crescimento da forragem, contribuindo para ajustes de manejo. A flexibilidade no manejo do pastejo dos capins Quênia e Tamani [*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs] tem melhorado o potencial de perenidade das pastagens, enquanto estudos com os capins híbridos Ipyporã (*Brachiaria* híbrida 'BRS RB331 Ipyporã') e Mulato II (*Brachiaria brizantha* × *B. decumbens* × *B. ruziziensis*) têm demonstrado que Ipyporã, apesar de menor acúmulo inicial, é mais resistente a cigarrinhas de pastagem, oferecendo uma alternativa viável para regiões tropicais. A inoculação com *Azospirillum brasilense* tem se mostrado uma estratégia eficaz para fixação biológica de nitrogênio, reduzindo a dependência de fertilizantes minerais. Além disso, o manejo de múltiplas espécies forrageiras em consórcios durante a entressafra garantiu forragem com melhor valor nutritivo em períodos críticos (deficiência hídrica) e favoreceu a produção de palhada para o plantio direto. As inovações geradas por estas pesquisas não só aumentaram a produtividade dos sistemas de produção animal e agrícola, como também contribuíram para a sustentabilidade e preservação dos recursos naturais da região amazônica.

Palavras-chave: biomassa; diversificação; inoculação; sustentabilidade.

ABSTRACT

Beef cattle production in Mato Grosso is a vital sector of the economy, standing out for its integrated crop-livestock-forest (ICLF) systems and the use of forage species, such as *Brachiaria spp.* and *Panicum spp.*, which are the primary feed sources for grazing cattle productivity. Research conducted by Embrapa Agrosilvipastoril, in partnership with the Graduate Program in Animal Science at UFMT (Federal University of Mato Grosso), has focused on optimizing forage production and quality in pasture-based animal production systems. The use of mathematical modeling has allowed for estimating forage growth, contributing to management adjustments. The flexibility in grazing management of Kenya and Tamani grasses [*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs] has enhanced the longevity potential of pastures, while studies on hybrid grasses such as Ipyporã (*Brachiaria hybrid* 'BRS RB331 Ipyporã') and Mulato II (*Brachiaria brizantha* × *B. decumbens* × *B. ruziziensis*) have shown that Ipyporã, despite lower initial biomass accumulation, is more resistant to spittlebugs, offering a viable alternative for tropical regions. Inoculation with *Azospirillum brasilense* has proven to be an effective strategy for biological nitrogen fixation, reducing reliance on mineral fertilizers. Additionally, the management of multiple forage species in intercrops during the off-season has ensured forage with better nutritive value during critical periods (water scarcity) and contributed to straw production for no-till planting. The innovations generated by this research have not only increased the productivity of animal and agricultural production systems but also contributed to the sustainability and conservation of natural resources in the Amazon region.

Keywords: biomass; diversification; inoculation; sustainability.

INTRODUÇÃO

A bovinocultura de corte no Brasil, especialmente em Mato Grosso, é um setor crucial para a economia nacional. O avanço da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) tem permitido o aumento da eficiência produtiva e da sustentabilidade por meio da integração das atividades agrícolas (Carvalho *et al.*, 2019; Domiciano *et al.*, 2020; Pedreira *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2020). O uso de plantas forrageiras como *Brachiaria* spp. e *Panicum* spp. em áreas de pastagem é essencial para garantir a alimentação dos rebanhos, a recuperação ambiental e a resiliência dos sistemas de produção (Domiciano *et al.*, 2021; Gomes *et al.*, 2022, 2019; Monteiro *et al.*, 2024). Para reduzir os custos de produção e melhorar a sustentabilidade dos sistemas de produção animal, as plantas forrageiras têm sido a base desses sistemas, especialmente em regiões tropicais (Bourscheidt *et al.*, 2023, 2019), onde as condições climáticas favorecem o crescimento de gramíneas (Paraiso *et al.*, 2019).

Nas últimas décadas, a expansão da pecuária nas regiões do Cerrado e Amazônia têm sido acompanhada pela introdução de novas cultivares de gramíneas (Carvalho *et al.*, 2022; Paraiso *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2024) e estratégias de manejo voltadas à melhoria da produção de forragem (Tesk *et al.*, 2020a, 2020b, 2018), como sistemas integrados de produção animal (Domiciano *et al.*, 2018; Gomes *et al.*, 2019; Pedreira *et al.*, 2018), uso de ferramentas de simulação para estimar o crescimento da forragem (Gomes *et al.*, 2020; Pedreira *et al.*, 2011), fontes alternativas de fertilização e consórcio de forragem (Bourscheidt *et al.*, 2023, 2019) e diversificação de pastagens (Araújo, 2022; Barros, 2023; Matos, 2023). Embora essas práticas tenham se mostrado promissoras, o manejo inadequado ainda resulta em desafios como degradação das pastagens (Jank *et al.*, 2014) e ineficiência na colheita e utilização da forragem produzida (Silva *et al.*, 2016). Assim, os estudos conduzidos entre 2010 e 2022 (Bourscheidt *et al.*, 2023, 2019; Carvalho *et al.*, 2022; Domiciano *et al.*, 2021, 2020, 2018; Gomes *et al.*, 2022, 2019; Paraiso *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2020, 2024; Tesk *et al.*, 2020a, 2020b, 2018), tiveram como objetivo avaliar e melhorar a eficiência da produção intensificada de forragem e animal na região amazônica tropical de Mato Grosso. Dentre os principais estudos, destacamos:

1. A integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) são considerados alternativas sustentáveis aos sistemas tradicionais de produção de alimentos em monocultura (grãos, carne bovina, leite etc.), sendo que o sistema Lavoura-Pecuária (LP) tem como principal vantagem a melhoria da fertilidade do solo e do valor nutritivo das plantas (Carvalho *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2020), e aumento do desempenho animal (Carvalho *et al.*, 2019; Domiciano *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2020). O sistema pecuária-floresta (PF), por sua vez, agrega o componente arbóreo às áreas de pastagem, aumentando o bem-estar animal (Domiciano *et al.*, 2018; Pedreira *et al.*, 2019b), a ciclagem de nutrientes pelas árvores, o sequestro de carbono (Monteiro *et al.*, 2024) e o valor nutritivo da forragem (Gomes *et al.*, 2022). O sistema ILPF combina os benefícios dos sistemas LP e LF com maior sinergia dos benefícios de cada componente nesses sistemas (Carvalho *et al.*, 2019; Domiciano *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2020).

2. A modelagem matemática aplicada ao crescimento de plantas forrageiras é uma ferramenta essencial para estimar a produção de forragem e ajustar práticas de manejo, otimizando a produtividade e auxiliando em decisões estratégicas em sistemas de produção animal (Gomes *et al.*, 2020; Pedreira *et al.*, 2011). Dessa forma, a coleta de bancos de dados, principalmente em condições em que as plantas forrageiras não têm seu crescimento limitado por água e nutrientes (Domiciano *et al.*, 2021), é importante para que sejam realizadas parametrizações que permitam obter parâmetros que representem as reais respostas das plantas forrageiras.

3. A flexibilidade no manejo do pastejo, principalmente para novos cultivares como os capins Quênia e Tamani, permitiu recomendações de manejo com ajustes na severidade de desfolhação das plantas conforme a demanda por pastejo e as condições edafoclimáticas (Tesk *et al.*, 2020a, 2018). Isso contribui para a perenidade e eficiência no uso das forrageiras (Tesk *et al.*, 2020b).

4. Protocolo de validação de cultivo e uso (VCU) permitiu fazer a avaliação do capim Ipyporã (*Brachiaria* híbrida 'BRS RB331 Ipyporã'), mostrando que, embora a testemunha, o capim Mulato II (*Brachiaria brizantha* × *B. decumbens* × *B. ruziziensis*), apresente maior acúmulo de forragem (AF) e desempenho animal, o capim Ipyporã é mais resistente a cigarrinhas das pastagens, o que o torna uma alternativa para as condições edafoclimáticas da região (Carvalho *et al.*, 2022; Paraiso *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2024).

5. A inoculação com *Azospirillum brasilense* e o consórcio de gramíneas e leguminosas forrageiras foram exploradas como estratégia de fixação biológica de nitrogênio (FBN) em gramíneas, reduzindo a dependência de fertilizantes minerais (Bourscheidt *et al.*, 2019; Pedreira *et al.*, 2019a). Essa técnica aumentou a eficiência no uso de fontes renováveis e sustentáveis de nitrogênio, melhorando tanto o acúmulo quanto o valor nutritivo da forragem (Bourscheidt *et al.*, 2023).
6. Por fim, o manejo de múltiplas espécies forrageiras em consórcios durante a entressafra tem apresentado resultados promissores (Araújo, 2022; Barros, 2023; Matos, 2023). Além de garantir forragem de melhor valor nutritivo em períodos críticos de escassez hídrica, estes consórcios contribuem para a produção de palhada, essencial para o plantio direto, melhorando a sustentabilidade e aumentando a eficiência dos sistemas de produção animal e agrícola na região amazônica de Mato Grosso (Araújo, 2022; Barros, 2023; Matos, 2023).

Esses avanços nas pesquisas realizadas na Embrapa Agrossilvipastoril/UFMT mostram o potencial do uso de tecnologias para aumentar a produtividade vegetal e animal, preservar recursos naturais e mitigar impactos ambientais.

PESQUISAS EM FORRAGICULTURA E SISTEMAS INTEGRADOS

Sistemas Integrados de Produção Animal

Contexto:

O Brasil desempenha um papel crucial na produção global de carne e grãos, contribuindo diretamente para a segurança alimentar global. Diante desse cenário, aumentar o potencial de produção e intensificar de forma sustentável os sistemas de produção por meio de sistemas integrados torna-se uma realidade.

Objetivo:

O objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos de sistemas integrados de produção animal sobre o acúmulo de forragem (AF), composição das partes da planta, composição química da forragem e desempenho animal na região tropical do bioma Amazônia.

Métodos:

O experimento foi conduzido em blocos casualizados com quatro repetições. Entre junho de 2015 e maio de 2018 (ver mais detalhes em Domiciano *et al.*, 2020, 2018; Gomes *et al.*, 2022, 2019; Silva *et al.*, 2020), foram avaliados quatro sistemas de produção animal:

1. Pecuária (P) com capim Marandu [*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf, syn. *Urochloa brizantha*];
2. Pecuária-Floresta (PF), com capim Marandu consorciado com eucalipto (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden × *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake);
3. Lavoura-Pecuária (LP), com capim Marandu em rotação com culturas a cada dois anos;
4. Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), integrando LP com eucalipto.

A forragem foi manejada em lotação contínua com taxa de lotação variável para manter a altura do dossel em 30 ± 5 cm.

*Resultados***:**

O ganho de peso anual total (GPT) foi maior no sistema LPF (875 kg PC ha^{-1}, Figura 1). O maior AF no ano, foi no sistema LP (21.610 kg MS ha^{-1}, Figura 2). Na estação chuvosa, o AF foi 33% maior no LPF do que no LP (17.050 kg MS ha^{-1}), onde a forragem no sistema LPF teve maior proteína bruta (142 g kg^{-1}) e GPT (740 kg PC ha^{-1}). Os sistemas L e LF tiveram ganho de peso total semelhante (552 kg PC ha^{-1}). Na estação seca, o AF não variou (2.675 kg MS ha^{-1}), mas os sistemas LP e LPF tiveram maior proporção de folhas (179 g kg^{-1}) em comparação aos sistemas P e PF (131 g kg^{-1}).

Figura 1 - Ganho de peso total afetado pelos sistemas Pecuária (P), Pecuária-Floresta (PF), Lavoura-Pecuária (LP) e Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). Letra minúscula compara sistema pelo teste t de Student (p < ,05).

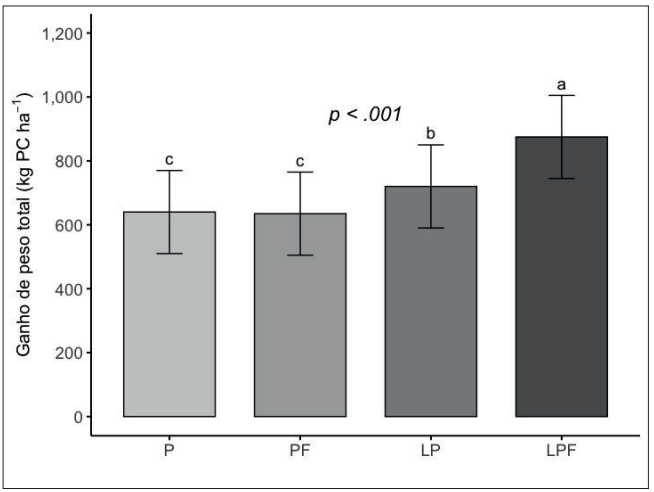
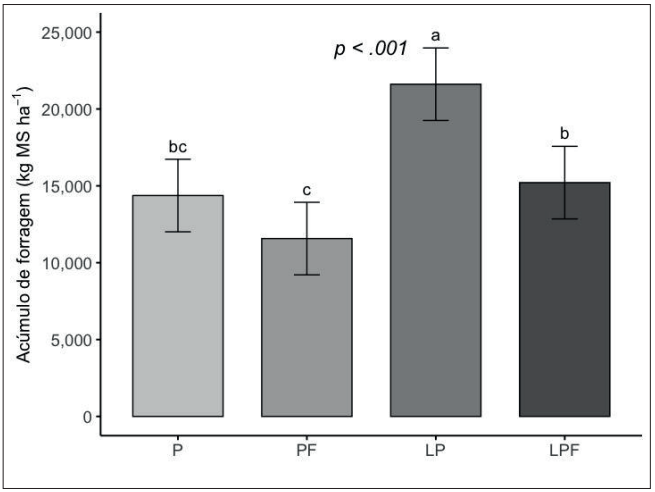


Figura 2 - Acúmulo de forragem anual afetado pelos sistemas Pecuária (P), Pecuária-Floresta (PF), Lavoura-Pecuária (LP) e Pavoura-Pecuária-Floresta (LPF). Letra minúscula compara sistema pelo teste t de Student (p < ,05).



Conclusão:

O sistema ILPF demonstrou superioridade na composição química da forragem e na produtividade animal. Durante a estação seca, a maior proporção de folhas nos sistemas LP e ILPF reforça sua capacidade de manter uma melhor

composição química da forragem. Além disso, o sombreamento no sistema LF contribuiu para um aumento na produtividade animal em comparação ao sistema P.

Implicações:

Sistemas de produção integrados, especialmente aqueles com componentes florestais, têm demonstrado eficácia na intensificação sustentável da pecuária em pastagens. Esses sistemas podem contribuir para a resiliência e sustentabilidade da produção de forragem e desempenho animal em regiões tropicais úmidas.

Benefícios da Fixação Biológica de Nitrogênio na* Brachiaria *hybrida cv. BRS Ipyporã

Contexto:

A busca por maior eficiência em sistemas baseados em forragens tem se intensificado, aumentando a necessidade de mitigar os impactos ambientais da agricultura. Uma prática importante para atingir esse objetivo é por meio da redução do uso de nitrogênio (N) mineral por meio do uso de microrganismos, como na fixação biológica de nitrogênio (FBN) com *Azospirillum brasilense* ou no estabelecimento de consórcios gramíneas e leguminosas, reduzindo assim a dependência de combustíveis fósseis na produção de fertilizantes minerais.

*Objetivo***:**

Este estudo teve como objetivo avaliar diferentes estratégias de fornecimento de N e seus efeitos sobre as características agronômicas, fisiológicas e valor nutritivo do capim Ipyporã, utilizando adubação mineral com N (sulfato de amônio), inoculação bacteriana (*Azospirillum brasilense,* estirpes Ab-V5 e Ab-V6; CNPSo) e consórcio com amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov. & W.C. Greg. cv. BRS Mandobi) no bioma Amazônia.

Métodos:

O delineamento foi em blocos completos casualizados com três repetições. O período experimental ocorreu de 20 de janeiro de 2015 a 21 de março de 2017, abrangendo três estações de crescimento (ver detalhes em Bourscheidt *et al.*, 2023). Os tratamentos consistiram em seis estratégias de fornecimento de N:

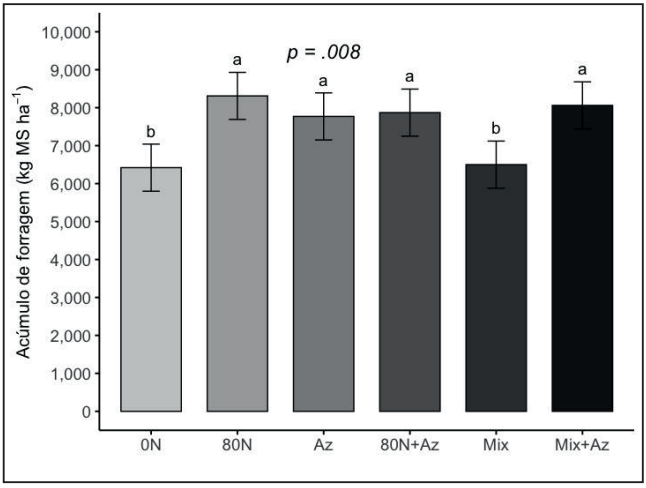
1. Pastagem sem adubação nitrogenada (controle, 0N);
2. Adubação mineral com 80 kg N ha^{-1} (80N);
3. Inoculação com *A. brasilense* (Az);
4. Adubação mineral com 80 kg N ha^{-1} + *A. brasilense* (80N+Az);
5. Consórcio de capim Ipyporã com amendoim forrageiro (Mix);
6. Consórcio + *A. brasilense* (Mix+Az).

A forragem foi colhida na altura residual de 12 cm, quando o dossel forrageiro atingiu 25 cm de altura.

Resultados:

O acúmulo forragem (AF) foi maior no N, Az, N + Az e Mix+Az (7.760 kg MS ha^{-1}, Figura 3) em comparação ao 0N e Mix (6.485 kg MS ha^{-1}). O acúmulo de forragem no Az e Mix+Az foi equivalente à aplicação de 58 e 86 kg de N ha^{-1}, respectivamente, quando comparado ao 0N. A maior massa de folha foi no 80N, Az, 80N+Az e Mix+Az (1.475 kg MS ha^{-1}).

Figura 3 - Acúmulo de forragem anual afetado pelos tratamentos controle (0N), fertilização com 80 kg de N ha^{-1} (80N), inoculação com *A. brasilense* (Az), fertilização com 80 kg N ha^{-1} + *A. brasilense* (80N+Az), consórcio do capim Ipyporã com amendoim forrageiro (Mix), e consórcio + *A. brasilense* (Mix+Az). Letra minúscula compara tratamento pelo teste t de Student ($p < ,05$).



Conclusão:

Os tratamentos com inoculação bacteriana (Az) e consórcios inoculados (Mix+Az) melhoram os sistemas forrageiros, mantendo alto AF, sendo fontes sustentáveis para fixação biológica de nitrogênio no solo.

Implicações:

A utilização da fixação biológica de nitrogênio em sistemas forrageiros, principalmente em consórcios com leguminosas e inoculação bacteriana, é uma estratégia eficaz para reduzir a dependência de fertilizantes nitrogenados de origem mineral, promovendo maior sustentabilidade e resiliência nos sistemas de produção pecuária.

Geração de banco de dados para modelagem matemática do crescimento da forragem

Contexto:

O ambiente de crescimento da planta molda a estrutura e a composição do dossel forrageiro, afetado por interações dinâmicas solo-planta-atmosfera. Esses fatores podem ser analisados com mais precisão por meio de modelagem matemática. Modelos como CROPGRO *Perennial Forage* e APSIM *Tropical Pasture* são amplamente utilizados para simular o crescimento da forragem, considerando variáveis como competição por radiação, níveis de CO_2, fertilização e umidade do solo. No entanto, a parametrização inicial é mais bem simulada em condições ideais, sem restrições de água ou fertilidade do solo.

Objetivo:

Este estudo teve como objetivo desenvolver um banco de dados para simular o crescimento do capim Marandu e do capim Mombaça [*Megathyrsus maximus* (Jacq.) BK Simon & SWL Jacobs cultivar cv. Mombaça] sob condições de adubação nitrogenada e ausência de adubação, em área irrigada.

Métodos:

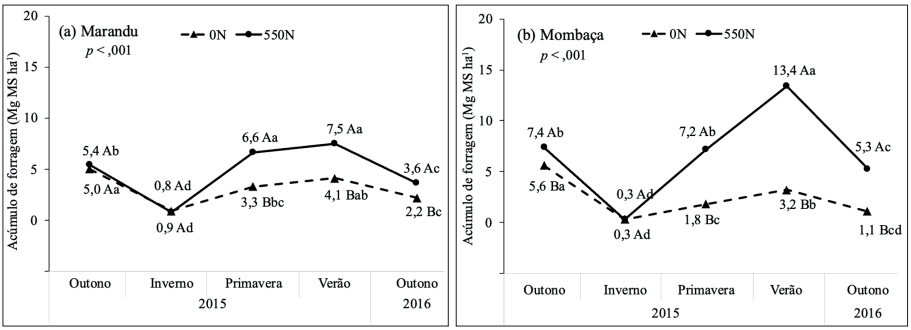
Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com esquema fatorial 2 × 2, com cinco períodos de avaliação (outubro de 2015 a outubro de 2016), em três repetições. Foram avaliadas as respostas fisiológicas, modelagem da assimilação de carbono, características produtivas e qualitativas dos capins Marandu e Mombaça submetidos a dois níveis de adubação nitrogenada (0 e 550 kg N ha^{-1} ano^{-1}). A desfolhação foi simulada por meio da colheita da forragem a cada 28 dias no período chuvoso e a cada 42 dias no período seco (ver detalhes em Domiciano *et al.*, 2021).

*Resultados***:**

No verão, as forragens fertilizadas apresentaram maiores taxas de fotossíntese foliar (29,8 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1}) e de dossel (67,21 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1}). O capim

Marandu teve maior eficiência no uso da água sob estresse hídrico, enquanto o capim Mombaça foi superior sob condições de excedente hídrico. A fertilização nitrogenada aumentou o AF (24,4 Mg ha^{-1}), além de melhorar o valor nutritivo (Domiciano *et al.*, 2021). Com a fertilização de 500 kg N ha^{-1} ano^{-1}, o AF do capim Marandu foi maior na primavera e no verão (Figura 4, a), enquanto o do capim Mombaça teve foi no verão (Figura 4, b).

Figura 4 - Acúmulo de forragem total do a) capim Marandu e b) capim Mombaça, afetado pela não aplicação do fertilizante nitrogenado (0N), e pela fertilização com 550 kg de N ha^{-1} ano^{-1} (550N). Letra maiúscula compara dose de N e a letra minúscula compara estação pelo teste t de Student (p < ,05).



Conclusão:

A adubação nitrogenada é recomendada para maximizar o AF, e deve ser ajustada às estações do ano, para evitar perdas no período chuvoso, principalmente no capim Mombaça.

Manejo do Pastejo: flexibilidade na altura dos capins Quênia e Tamani

Contexto:

Novos cultivares de forragem requerem estudos específicos de desfolhação para definir recomendações ideais de manejo de pastejo.

Objetivo:

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da flexibilidade da desfolhação sobre o AF, a composição das partes da planta e o valor nutritivo dos capins BRS 'Quênia' e 'Tamani' [*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs].

Métodos:

O delineamento foi em blocos completos casualizados com três repetições, em arranjo fatorial 2 × 2, envolvendo (ver detalhes em Tesk *et al.*, 2020b):

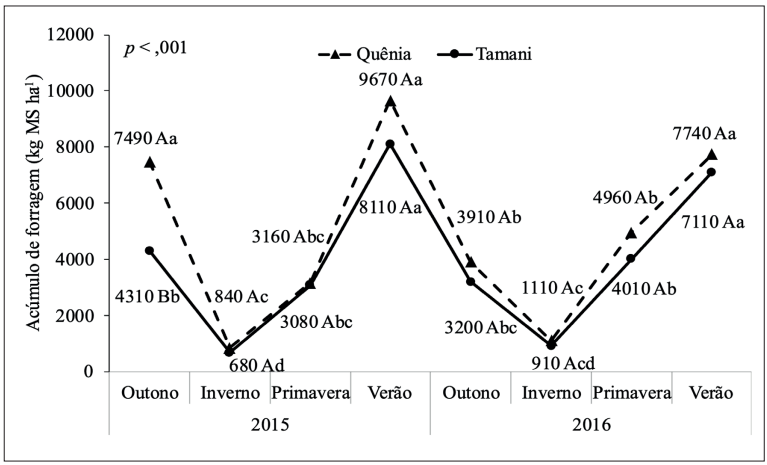
1. Dois capins: Quênia e Tamani;
2. Duas intensidades de desfolhação, definidas por alturas de resíduos pós-pastejo de 20 e 35 cm capim Quênia e 15 e 25 cm no capim Tamami.

O experimento foi conduzido de março de 2015 a março de 2017, em oito estações (outono, inverno, primavera e verão de 2015; outono, inverno e primavera e verão de 2016).

Resultados:

O acúmulo de forragem total foi semelhante (16.810 kg MS ha^{-1}). Os capins Quênia e Tamani tiveram maior AF no verão (Figura 5). O estrato inferior da massa de forragem acima da altura do resíduo teve maior proporção de colmos e menor valor nutritivo. No estrato teve a maior concentração de proteína bruta (PB) e as menores concentrações de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), fibra insolúvel em detergente neutro indigestível (FDNi) e lignina (LIG).

Figura 5 - Acúmulo de forragem total do a) capim Marandu e b) capim Mombaça, afetado pela não aplicação do fertilizante nitrogenado (0N), e pela fertilização com 550 kg de N ha^{-1} ano^{-1} (550N). Letra maiúscula compara dose de N e a letra minúscula compara estação pelo teste t de Student (p < ,05).



Conclusão:

As alturas pré-pastejo dos capins Quênia e Tamani e Quênia devem ser de 55 e 35 cm, respectivamente, para que a altura pós-pastejo permaneça em 35 e 25 cm, respectivamente.

Características do dossel e desempenho animal em híbridos de brachiarias Ipyporã e Mulato II

Contexto:

Novos cultivares de gramíneas híbridas podem melhorar o desempenho animal em sistemas de produção de forragem adaptados às características do solo e do clima para reduzir a suscetibilidade a pragas como cigarrinhas das pastagens. Embora as *Brachiaria* spp. sejam componentes essenciais de sistemas pastoris no bioma Amazônia, a diversificação de cultivares é necessário para minimizar os riscos de pragas e doenças.

Objetivo:

O objetivo deste estudo foi avaliar o AF, a composição de partes da planta, o valor nutritivo e o desempenho animal dos capins Ipyporã e Mulato II no bioma Amazônia, sob lotação contínua por dois anos.

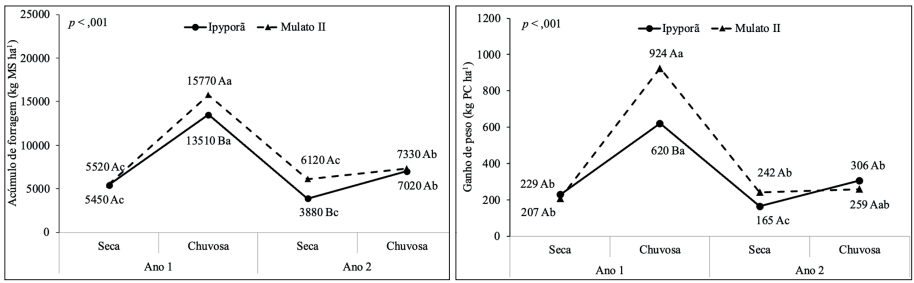
Métodos:

O capim Ipyporã foi lançado em 2017 como alternativa para sistemas de manejo intensivo. O experimento foi conduzido de maio de 2016 a maio de 2018, com as forragens mantidas sob pastejo em lotação contínua e taxas de lotação variáveis para manter a altura do dossel em 30 cm. Os tratamentos incluíram as duas cultivares, em quatro repetições, em delineamento de blocos completos casualizados, com cada unidade experimental (piquete) tendo 1,5 hectares (ver detalhes em Carvalho *et al.*, 2022; Paraiso *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2024).

Resultados:

O acúmulo de forragem foi maior no Mulato II (17.370 kg MS ha^{-1} ano^{-1}) do que no capim Ipyporã (14.930 kg MS ha^{-1} ano^{-1}). No primeiro ano, o capim Mulato II teve maior taxa de lotação (1.685 vs. 1.215 kg PC ha^{-1}) e maior ganho de peso hectare-1 (1.130 vs. 850 kg) em comparação ao capim Ipyporã. Entretanto, no segundo ano, ambas as cultivares tiveram respostas semelhantes em desempenho animal e AF (Figura 5). O ganho médio diário (GMD) foi semelhante entre os cultivares no primeiro ano, mas no segundo ano, durante as estações chuvosas, eles tiveram GMD 21% maior no Mulato II e 77% maior no capim Ipyporã, quando comparado às estações secas (Figura 5). A proteína bruta no Mulato II foi de 10 g kg^{-1}, sendo superior à do capim Ipyporã. Entretanto, o capim Mulato II necessitou de monitoramento para controle de cigarrinhas devido a danos foliares, enquanto o capim Ipyporã não teve sinais de ataque de cigarrinhas das pastagens.

Figura 5 - Acúmulo de forragem total e ganho de peso, afetado pelos capins Ipyorã e Mulato II, nas estações seca e chuvosa de dois anos. Letra maiúscula compara capim e letra minúscula compara estação pelo teste t de Student ($p < ,05$).



Conclusão:

Ambas as cultivares podem contribuir para a diversificação de sistemas pecuários baseados em pastagens em regiões tropicais úmidas. O capim Mulato II teve resposta superior quando as condições de umidade e fertilidade do solo foram favoráveis, especialmente no primeiro ano. Entretanto, no segundo ano, ambas as cultivares apresentaram respostas semelhantes em termos de produtividade vegetal e animal, tornando-as alternativas viáveis para a diversificação de sistemas pecuários no bioma Amazônia. A resistência a cigarrinhas de pastagens no capim Ipyporã, o torna uma opção atraente para sistemas forrageiros sustentáveis na região amazônica.

Manejo da Colheita de Consórcio de Forrageiras

Contexto:

A entressafra é um período crítico para a pecuária, com deficiência acentuada no AF. O consórcio de plantas forrageiras em áreas com integração LP durante a entressafra pode melhorar o AF e garantir a produção de palhada para plantio direto na próxima safra. Nesse contexto, a ILP, principalmente com o uso do consórcio de múltiplas espécies forrageiras, é uma estratégia eficaz para aumentar o suprimento de forragem nesse período e manter a palhada necessária para o sistema de plantio direto.

ISBN 978-65-5360-825-2 - Vol. 1 - Ano 2024 - www.editoracientifica.com.br

Objetivo:

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do manejo de colheita e da fertilização nas respostas químicas, estruturais e agronômicas e na produção de palhada de diversas forrageiras com diferentes características funcionais, consorciadas na entressafra, ao longo de dois anos.

Métodos:

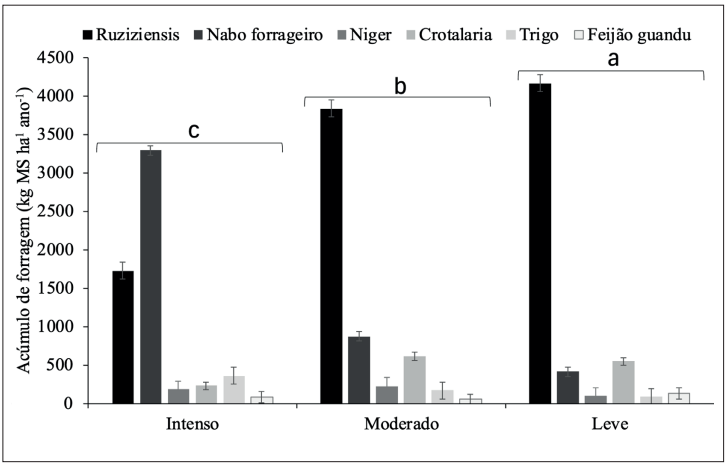
O delineamento foi em blocos completos casualizados, com quatro repetições. O estudo foi conduzido em Sinop-MT, avaliando o consórcio de *Urochloa ruziziensis* com nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), niger (*Guizotia abyssinica*), crotalária ochroleuca (*Crotalaria ochroleuca*), trigo-sarraceno (*Fagopyrum esculentum*) e feijão-guandu (ver detalhes em Araújo, 2022; Barros, 2023; Matos, 2023). O manejo da colheita foi classificado em quatro categorias:

1. Intenso (três colheitas);
2. Moderado (duas colheitas);
3. Leve (uma colheita);
4. Sem colheita (apenas produção de palhada).

Resultados:

O acúmulo de forragem foi 24% maior no manejo Leve e 28% maior no Moderado em relação ao Intenso (5.400 kg MS ha^{-1} ano^{-1}, Figura 6). A concentração de proteína bruta foi 94% maior no manejo Intenso (85 g kg^{-1}) em relação ao Moderado e Leve. O manejo Leve apresentou os maiores teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), com 635 e 370 g kg^{-1}, respectivamente. A produção de palhada foi de 3.130 kg MS ha^{-1} ano^{-1} no manejo Leve, 3.030 kg MS ha^{-1} no Intenso e 2.280 kg MS ha^{-1} no Moderado. No crescimento livre (sem colheita), a produção de palhada foi maior, com 9.650 kg MS ha^{-1} ano^{-1}.

Figura 6 - Acúmulo de forragem da *Urochloa ruziziensis*, nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), niger (*Guizotia abyssinica*), crotalária ochroleuca (*Crotalaria ochroleuca*), trigo-sarraceno (*Fagopyrum esculentum*) e feijão-guandu, afetado pelo manejo Intenso (três colheitas), Moderado (duas colheitas) e Leve (uma colheita), na entre-safra de dois anos. Letra maiúscula compara manejo pelo teste t de Student ($p < ,05$).



Conclusão:

O uso de consórcio de múltiplas forragens na entressafra contribui para o aumento do AF, essencial para a manutenção das taxas de lotação e do desempenho animal em sistemas de produção animal baseados em pastagens. Os manejos Leve e Moderado proporcionam composição química superior, mesmo com menor AF, o que sugere que esses manejos são mais adequados para consórcios de forragem com diferentes características funcionais, sem a necessidade de fertilização com 25 kg de N e K ha^{-1} ano^{-1}. Recomendamos que o período de rebrotação após a última colheita seja estendido até que a cobertura de palhada atinja pelo menos 4.000 kg MS ha^{-1} ano^{-1}, garantindo cobertura vegetal adequada para o sistema plantio direto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

Recomendações técnicas

A integração das atividades agrícolas, pecuárias e florestais maximiza o uso da terra, melhora a qualidade ambiental e diversifica a produção, garantindo maior estabilidade econômica e ambiental.

ISBN 978-65-5360-825-2 - Vol. 1 - Ano 2024 - www.editoracientifica.com.br

A inoculação com *Azospirillum brasilense* ou o consórcio de gramíneas e leguminosas, como fontes alternativas de nitrogênio para pastagens, reduz a dependência de fertilizantes nitrogenados minerais. Essa prática reduz custos com insumos químicos, melhorando a sustentabilidade dos sistemas pastoris.

A modelagem matemática do crescimento da forragem pode ser implementada como ferramenta para estimar o crescimento e otimizar o manejo de sistemas de produção, como no ajuste a fertilização e a irrigação de acordo com as condições de solo e clima. Essas simulações auxiliam na tomada de decisões estratégicas, resultando em maior eficiência produtiva.

O manejo do pastejo com flexibilidade na altura da planta forrageira ajusta o uso da pastagem de acordo com o tipo de planta e as condições ambientais, visando maximizar a longevidade da forragem e otimizar o seu uso, de acordo com a disponibilidade hídrica e a fertilidade do solo.

Novas alternativas forrageiras, como o capim Ipyporã, são viáveis para regiões suscetíveis a cigarrinhas das pastagens. O capim Ipyporã, mais resistente a essa praga, reduz perdas de produtividade. Esse processo, validado pelo VCU, traz ao mercado forrageiras que melhoram a resiliência de pastagens em regiões com alta incidência de cigarrinhas das pastagens.

O consórcio de forrageiras para produção de palhada na estação seca permite o uso de forrageiras que aumentam a produção de palhada e garantem forragem, aumentando a sustentabilidade dos sistemas de plantio direto, proporcionando cobertura vegetal e melhorando a saúde do solo.

Os produtores podem implementar essas tecnologias no manejo de pastagens e sistemas integrados para maximizar a produção forrageira e animal. Além disso, os técnicos podem recomendar práticas baseadas em modelagem e integração de culturas, ajustando-as às condições locais para maior eficiência no uso das forrageiras.

Necessidades de pesquisa

É essencial que os pesquisadores continuem a explorar novas cultivares e tecnologias capazes de otimizar o manejo e aumentar a produtividade na pecuária de corte. A busca por produzir mais utilizando menos recursos é uma necessidade urgente para garantir a sustentabilidade do setor. Nesse contexto, o avanço dos

sistemas integrados, como a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), e o uso de inoculantes microbianos, como Azospirillum brasilense, precisam ser amplamente investigados na região do Mato Grosso. Esses sistemas e tecnologias possuem grande potencial para aumentar a eficiência produtiva, reduzir a dependência de insumos externos, como fertilizantes minerais, e contribuir para a preservação dos recursos naturais.

Os estudos apresentados até o momento demonstram apenas uma fração do que essas inovações podem alcançar. Pesquisas adicionais são necessárias para explorar todo o potencial das tecnologias, avaliar suas aplicações em diferentes condições de solo e clima, e identificar as melhores práticas de manejo. O fortalecimento dessas áreas de pesquisa contribuirá diretamente para a construção de uma pecuária de corte mais resiliente, produtiva e ambientalmente sustentável na região amazônica, respondendo às demandas globais por uma produção mais eficiente e sustentável.

Agradecimentos

Estes estudos foram apoiado pela Embrapa (processo n.º 02.13.11.001.00.00), CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Brasil; 479409/2013-7 e 303438/2015-0) e Rede ILPF. Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Agradecemos a Acrimat (Associação dos Produtores Rurais de Mato Grosso) e Acrinorte (Associação dos Produtores Rurais do Norte de Mato Grosso; 44.771/2014 e 50.168/2017) pela parceria com bovinos de corte.

Contribuições Do Autor

Este capítulo foi preparado por Dr. Bruno Pedreira utilizando os dados gerados por um grande grupo de pessoas dedicadas ao sucesso da pecuária de Mato Grosso. Dr. Pedreira contribuiu para a formação de trinta e oito estudantes em iniciação científica e orientou dezesseis dissertações sobre o tema na UFMT, impactando diretamente a área de forragicultura e sistemas integrados, com aplicações práticas observadas no setor pecuário. Dr. Pedreira migrou para os

Estados Unidos em 2021, e atualmente é Professor na Universidade de Tennessee em Knoxville, TN.

LITERATURA CITADA

Obras geradas no PPGZ

Araújo, G.P. de, 2022. Acúmulo e valor nutritivo da forragem e atividade enzimática do solo em pastagens consorciadas de sorgo-sudanense e capim-ruziziensis sob fertilização nitrogenada e potássica em segunda safra no bioma Amazônia. Universidade Federal de Mato Grosso (dissertação de mestrado).

Barros, I.T.M.D., 2023. Manejo de colheita em consórcio com seis plantas forrageiras na entressafra. Universidade Federal de Mato Grosso (dissertação de mestrado).

Bourscheidt, M., Gomes, F.J., Pedreira, C.G.S., Boote, K.J., Hoogenboom, G., Pereira, D.H., Pedreira, B.C., 2023. Highlighting the benefits of biological nitrogen fixation on agronomic, physiological, and nutritive value traits of brachiariagrass. Eur. J. Agron. 143. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eja.2022.126730

Bourscheidt, M.L.B., Carneiro e Pedreira, B., Pereira, D.H., Zanette, M.C., Devens, J., 2019. Nitrogen input strategies in pastures: mineral fertilizer, bacterial inoculant and consortium with forage peanuts. Sci. Electron. Arch. 12, 137. https://doi.org/10.36560/1232019784

Carvalho, A.P.S., Domiciano, L.F., Paraíso, I.G.N., Silva, D.S.M., Cabral, L.S., Sollenberger, L.E., Pereira, D.H., Pedreira, B.C., 2022. Herbage and animal responses on continuously stocked 'Ipyporã' and 'Mulato II' brachiariagrasses. Grass Forage Sci. 1–10. https://doi.org/10.1111/gfs.12595

Carvalho, P., Domiciano, L.F., Mombach, M.A., Nascimento, H.L.B., Cabral, L.S., Sollenberger, L.E., Pereira, D.H., Pedreira, B.C., 2019. Forage and animal production on palisadegrass pastures growing in monoculture or as a component of integrated crop–livestock–forestry systems. Grass Forage Sci. gfs.12448. https://doi.org/10.1111/gfs.12448

Domiciano, L.F., dos Santos, M.L., Boote, K.J., dos Santos, P.M., Pereira, D.H., Pedreira, B.C., 2021. Physiological responses and forage accumulation of Marandu palisadegrass and Mombaça guineagrass to nitrogen fertilizer in the Brazilian forage-based systems. Grassl. Sci. 67, 93–101. https://doi.org/10.1111/grs.12291

Domiciano, L.F., Mombach, M.A., Carvalho, P., Silva, N.M.F., Pereira, D.H., Cabral, L.S., Lopes, L.B., Pedreira, B.C., 2018. Performance and behaviour of Nellore steers on integrated systems. Anim. Prod. Sci. 58, 920–929. https://doi.org/10.1071/AN16351

Domiciano, L.F., Pedreira, B.C., da Silva, N.M.F., Mombach, M.A., Chizzotti, F.H.M., Batista, E.D., Carvalho, P., Cabral, L.S., Pereira, D.H., do Nascimento, H.L.B., 2020. Agroforestry systems: an alternative to intensify forage-based livestock in the Brazilian Amazon. Agrofor. Syst. 94, 1839–1849. https://doi.org/10.1007/s10457-020-00499-1

Gomes, F.J., Cavalli, J., Pedreira, B.C., Pedreira, C.G.S., Holschuch, S.G., Pereira, D.H., 2022. Forage nutritive value of Marandu palisade grass under clipping in a silvopastoral system. Agrofor. Syst. 96, 79–88. https://doi.org/10.1007/s10457-021-00696-6

Gomes, F.J., Pedreira, C.G.S., Bosi, C., Cavalli, J., Holschuch, S.G., Mourão, G.B., Pereira, D.H., Pedreira, B.C. e, 2019. Shading Effects on Marandu Palisadegrass in a Silvopastoral System : Plant Morphological and Physiological Responses. Agron. J. 111, 1–9. https://doi.org/10.2134/agronj2019.01.0052

Matos, B.F. de, 2023. Acúmulo e composição química da forragem em consórcio de quatro espécies sob manejos de colheita e adubação em segunda safra. Universidade Federal de Mato Grosso (dissertação de mestrado).

Paraiso, I.G.N., Silva, D.S.M., Carvalho, A.P.S., Sollenberger, L.E., Pereira, D.H., Euclides, V.P.B., Pedreira, B.C., 2019. Herbage accumulation, nutritive value, and organic reserves of continuously stocked Ipyporã and Mulato II brachiariagrasses. Crop Sci. 59, 2903-2914. https://doi.org/10.2135/cropsci2019.06.0399

Pedreira, B.C., Domiciano, L.F., Rodrigues, R.A.R., Moraes, S.R.G., Magalhães, C.A.S., Matos, E.S., Zolin, C.A., 2017. Integração lavoura-pecuária: novas tendências, in: Medeiros, F.H. V. (Ed.), Integração Lavoura-Pecuária: Novas Tendências. Lavras: UFLA/NEFIT, pp. 129–153.

Pedreira, B.C., Domiciano, L.F., Valentim, J.F., Bouscheidt, M.L.B., Devens, J., Pereira, D.H., 2019a. Amendoim forrageiro: uma alternativa para sistemas de produção animal, in: Benedetti, E. (Ed.), Leguminosas Forrageiras. Uberlância: EDUFU, pp. 111–140.

Pedreira, B.C., Domiciano, L.F., Vilela, L., Salton, J.C., Marchió, W., Wruck, F.J., Pereira, D.H., Rodrigues, R. de A.R., Matos, E. da S., Magalhaes, C.A. de S., Zolin, C.A., 2018. O estado da arte e estudos de caso em sistemas integrados de produção agropecuária no Centro-Oeste do Brasil, in: Souza, E.D., Silva, F.D., Assmann, T.S., Carneiro, M.A.C., Carvalho, P.C.F., Paulino, H.B. (Eds.), Sistemas Integrados de Produção Agropecuária No Brasil. Copiart, Tubarão, SC, pp. 277–300.

Pedreira, B.C., Nascimento, H.L.B., Gomes, F.J., Chizzotti, F.H.M., Pedreira, C.G.S., Pereira, D.H., 2019b. Silvipastoril: um sistema de produção eficiente e responsável, in: Benedetti, E. (Ed.), Leguminosas Forrageiras. Uberlância: EDUFU.

Silva, D.S.M., Monteiro, A., Pedreira, B.C., Mombach, M.A., Pereira, D.H., Rodrigues, R.A.R., Eduardo S. Matos, 2024. Enhancing forage–livestock system productivity and mitigating greenhouse gas emissions via sustainable pasture management of two Brachiaria cultivars. Crop Pasture Sci. x, x. https://doi.org/https://doi.org/10.1071/CP24054

Silva, F.S., Domiciano, L.F., Gomes, F.J., Sollenberger, L.E., Pedreira, C.G.S., Pereira, D.H., Pedreira, B.C., 2020. Herbage accumulation, nutritive value and beef cattle production on marandu palisadegrass pastures in integrated systems. Agrofor. Syst. https://doi.org/10.1007/s10457-020-00508-3

Silva, V.J., Pedreira, C.G.S., Sollenberger, L., Silva, L.S., Yasuoka, J.I., Almeida, I.C.L., 2016. Canopy height and nitrogen affect herbage accumulation, nutritive value, and grazing efficiency of 'Mulato II' brachiariagrass. Crop Sci. 56, 2054–2061. https://doi.org/10.2135/cropsci2015.12.0764

Tesk, C.R.M., Abreu, J.G., Pereira, D.H., Sollenberger, L.E., Matta, F. de P., Pedreira, B.C., 2020a. Herbage accumulation, canopy characteristics, and nutritive value of tropical grasses in the Amazon biome. Crop Sci. 60, 2782–2791. https://doi.org/10.1002/csc2.20202

Tesk, C.R.M., Cavalli, J., Pina, D.S., Pereira, D.H., Pedreira, C.G.S., Jank, L., Sollenberger, L.E., Pedreira, B.C., 2020b. Herbage responses of Tamani and Quênia guineagrasses to grazing intensity. Agron. J. 112, 2081–2091. https://doi.org/10.1002/agj2.20189

Tesk, C.R.M., Pedreira, B.C., Pereira, D.H., Pina, D.S., Ramos, T.A., Mombach, M.A., 2018. Impact of grazing management on forage qualitative characteristics: a review. Sci. Electron. Arch. Issue 11, 188–197.

Referencial teórico (outras literaturas consultadas)

Artigos com DOI:

Gomes, F.J., Bosi, C., Pedreira, B.C., Santos, P.M., Pedreira, C.G.S., 2020. Parameterization of the APSIM model for simulating palisadegrass growth under continuous stocking in monoculture and in a silvopastoral system. Agric. Syst. 184, 102876. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102876

Jank, L., Barrios, S.C., Do Valle, C.B., Sime??o, R.M., Alves, G.F., 2014. The value of improved pastures to Brazilian beef production. Crop Pasture Sci. 65, 1132–1137. https://doi.org/10.1071/CP13319

Monteiro, A., Barreto-Mendes, L., Fanchone, A., Morgavi, D.P., Pedreira, B.C., Magalhães, C.A.S., Abdalla, A.L., Eugène, M., 2024. Crop-livestock-forestry systems as a strategy for mitigating greenhouse gas emissions and enhancing the sustainability of forage-based livestock systems in the Amazon biome. Sci. Total Environ. 906. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167396

Pedreira, B.C., Pedreira, C.G.S., Boote, K.J., Lara, M.A.S., Alderman, P.D., 2011. Adapting the CROPGRO perennial forage model to predict growth of *Brachiaria brizantha*. F. Crop. Res. 120, 370–379. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2010.11.010

07

PLANTAS FORRAGEIRAS PARA ENSILAGEM NA REGIÃO NORTE DO MATO GROSSO

Dalton H. Pereira
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Arthur Behling Neto
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Carla S. Chaves
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Anielen A. Galato
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Juliana M. S. de Souza
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

João Antônio P. Gezualdo
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Emanuely Biasuz dos Santos
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Bruno C. Pedreira
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

10.37885/241218404

RESUMO

A ensilagem é um processo essencial para a conservação de forragem, baseado na fermentação natural em ambiente anaeróbico. O objetivo com este capítulo é apresentar pesquisas desenvolvidas no Programa de Pós-graduação em Zootecnia (PPGZ) da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), *campus* de Sinop, que exploram o uso de diferentes forrageiras na produção de silagem, incluindo milho, cultivares de sorgo ainda não lançados e capins tropicais com aditivos. Para ensilagem de milho, foi observado que a produção deste cereal na região norte do Mato Grosso permite a produção de forragem com características química adequadas para fermentação no interior do silo, além de bom valor nutritivo para os animais. Na região norte do Mato Grosso, diferentes tipos de sorgo podem ser utilizados como alternativa ao milho para produção de silagem. Genótipos comerciais de sorgo forrageiro e sacarino podem ser utilizados por produtores que procuram forragem com bom valor nutritivo, enquanto genótipos comerciais biomassa são uma boa opção para que procura alta produtividade. Além disso, há materiais experimentais de sorgo com características interessantes com potencial para lançamento comercial Já para os produtores que pensam em utilizar capins para a produção de silagem, apesar de haver aditivos inoculantes e enzimáticos no mercado, o fubá de milho, material com oferta elevada na região norte do Mato Grosso, se mostra um aditivo eficiente para uso em capim Piatã para ensilagem, promovendo boa fermentação e a conservação do valor nutritivo do material ensilado.

Palavras-chave: aditivo; capim piatã; sorgo; *urochloa brizantha.*

ABSTRACT

Silage is a crucial process for preserving forage, relying on natural fermentation in an anaerobic environment. The goal with this chapter is to present research conducted within the Programa de Pós Graduação em Zootecnia (PPGZ) at the Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), Sinop *campus*, focusing on the use of various forages in silage production, including corn, unreleased sorghum cultivars, and tropical grasses with additives. For corn ensiling, it was observed that the production of this cereal in the northern region of Mato Grosso allows the production of forage with chemical characteristics suitable for fermentation inside the silo, in addition to good nutritional value for animals. In the northern region of Mato Grosso, different types of sorghum can be used as an alternative to corn for silage production. Commercial genotypes of forage and sweet sorghum can be used by producers looking for forage with good nutritional value, while commercial biomass genotypes are a good option for those seeking high productivity. In addition, there are experimental sorghum materials with interesting characteristics with potential for commercial release. For farmers who are thinking on using grasses for silage production, despite the existence of inoculant and enzymatic additives on the market, cornmeal, a material with a high supply in the northern region of Mato Grosso, has proven to be an efficient additive for use in Piatã palisadegrass for ensiling, promoting good fermentation and preserving the nutritional value of the ensiled material.

Keywords: additive; Piatã palisadegrass; sorghum; *Urochloa brizantha.*

RESUMEN

La ensilaje es un proceso esencial para la conservación de forraje, basado en la fermentación natural en un ambiente anaeróbico. Este capítulo tiene como objetivo presentar investigaciones desarrolladas en el Programa de Pós Graduação em Zootecnia (PPGZ) de la Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), *campus* de Sinop, que exploran el uso de diferentes forrajeras en la producción de ensilaje, incluyendo maíz, cultivares de sorgo aún no lanzados y pastos tropicales con aditivos. Para el ensilado de maíz, se observó que la producción de este cereal en la región norte de Mato Grosso permite la producción de forrajes con características químicas adecuadas para la fermentación dentro del silo, además de buen valor nutricional para los animales. En la región norte de Mato Grosso, diferentes tipos de sorgo pueden utilizarse como alternativa al maíz para la producción de ensilaje. Los genotipos comerciales de sorgo forrajeros y dulce pueden ser utilizados por productores que buscan forrajes con buen valor nutricional, mientras que los genotipos comerciales de biomasa son una buena opción para aquellos que buscan alta productividad. Además, existen materiales experimentales de sorgo con características interesantes con potencial para liberación comercial. Para los ganaderos que están pensando en utilizar pastos para la producción de ensilaje, a pesar de la existencia de aditivos inóculos y enzimáticos en el mercado, la harina de maíz, material de gran oferta en la región norte de Mato Grosso, ha demostrado ser un aditivo eficiente para su uso en pastos para ensilaje, promoviendo una buena fermentación y preservando el valor nutricional del material ensilado.

Palavras clave: aditivo; pasto Piatã; sorgo; *Urochloa brizantha.*

INTRODUÇÃO

O estado de Mato Grosso abriga o maior rebanho bovino do Brasil, com a maioria dos animais criados em pastagens. Entretanto, devido à sazonalidade climática, há períodos em que a produção e qualidade das pastagens diminuem, exigindo a adoção de tecnologias que garantam a oferta de alimentos e atendam às necessidades nutricionais dos animais durante o ano todo. Uma solução eficiente é a produção de silagem.

O milho é amplamente utilizado para ensilagem devido às suas características ideais e alto valor nutritivo. No entanto, na região Centro-Norte do Brasil, o milho é comumente cultivado como segunda safra, após o ciclo de verão, o que pode ocasionar perdas em caso de atraso na semeadura. Assim, o sorgo surge como uma alternativa viável, com valor nutricional semelhante ao milho, além de maior tolerância ao déficit hídrico, maior amplitude de semeadura e maior capacidade de rebrota (Machado *et al.*, 2012).

Além das culturas tradicionais, capins tropicais também têm sido explorados como opções para a produção de silagem, devido à alta produção de massa e bom valor nutricional (Silva *et al.*, 2011). Contudo, essas gramíneas apresentam desafios, como o baixo teor de matéria seca (MS), alta capacidade tampão e baixa concentração de carboidratos solúveis, o que dificulta a preservação adequada da silagem (Evangelista *et al.*, 2004). Para minimizar essas limitações, o uso de aditivos tem sido necessário para melhorar as condições de fermentação e evitar perdas significativas durante o processo.

Sendo assim, este capítulo visa apresentar pesquisas desenvolvidas no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZ) da UFMT, *campus* de Sinop-MT, sobre o uso de diferentes forrageiras na produção de silagem, incluindo milho, cultivares de sorgo ainda não lançados e capins tropicais com aditivos. O objetivo é divulgar os avanços científicos e práticos dessas pesquisas, conectando o público com inovações no campo da produção e nutrição de ruminantes.

ENSILAGEM

A ensilagem é um processo crucial para a conservação da forragem, baseado na fermentação natural em ambiente anaeróbico. Durante o processo,

ISBN 978-65-5360-825-2 - Vol. 1 - Ano 2024 - www.editoracientifica.com.br

bactérias ácido-láticas transformam os carboidratos solúveis presentes nas plantas em ácidos orgânicos, principalmente ácido lático, o que resulta na redução do pH e inibe o crescimento de microrganismos indesejáveis. O produto resultante desse processo, chamado silagem, é amplamente utilizado na alimentação animal (Ohmomo *et al.*, 2002).

A fermentação no silo ocorre em quatro fases distintas. A fase aeróbia, que se inicia no enchimento do silo e dura algumas horas após o fechamento, é seguida pela fase de fermentação ativa, onde há uma queda acentuada do pH devido à produção de ácidos orgânicos. A terceira fase é a de estabilidade, durante a qual o ambiente ácido preserva a silagem, e a última fase, chamada de descarga, começa quando o silo é aberto, expondo a silagem ao oxigênio e permitindo o crescimento de fungos e leveduras (Santos & Zanine, 2006).

Para garantir uma fermentação adequada, é essencial que o teor de MS da forragem esteja entre 280 e 340 g.kg-1, e que o teor de carboidratos solúveis seja de pelo menos 150 $g.kg^{-1}$ MS (Kearney & Kennedy, 1962; McCullough, 1977). Níveis baixos de MS podem provocar uma fermentação butírica indesejável, enquanto teores maiores dificultam a compactação, comprometendo o ambiente anaeróbico do silo (Muck & Pitt, 1993).

Uma baixa capacidade tampão da forragem, ou seja, a baixa resistência a variações de pH, é crucial para o sucesso na ensilagem. Ela é influenciada pela presença de aminoácidos residuais, alto teor de proteína bruta (PB) e cátions, que neutralizam os ácidos orgânicos produzidos durante a fermentação, dificultando a queda do pH (Jobim *et al.*, 2007). A acidez também desempenha um papel importante na conservação da forragem, inibindo o crescimento de microrganismos indesejáveis, como as bactérias do gênero *Clostridium*, que não sobrevivem em pH abaixo de 4,0 (Ohmomo *et al.*, 2002). Para garantir uma silagem de qualidade, o pH ideal deve ser em torno de 4,2 (McDonald *et al.*, 1991), embora o pH crítico possa variar conforme o teor de MS.

A qualidade da silagem é determinada por suas características químicas e físicas, que interagem com a digestão e metabolismo dos animais, impactando seu desempenho. Várias metodologias de análise permitem quantificar compostos como proteínas, carboidratos estruturais, carboidratos solúveis, ácidos orgânicos e minerais (Reis *et al.*, 2006). A composição bromatológica da silagem depende da qualidade da planta forrageira, do cultivar utilizado, do estádio de

maturação e do processo fermentativo, refletindo diretamente no desempenho animal (Dias *et al.*, 2001).

Os carboidratos, que representam cerca de 70% da MS da dieta dos ruminantes, são a principal fonte de energia. Eles são classificados em fibrosos (celulose e hemicelulose), avaliados como fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), e não-fibrosos (açúcares solúveis e amido), com diferentes taxas de digestão (Mertens, 1997). Além disso, a fração de PB é essencial, pois níveis baixos limitam o crescimento microbiano e, consequentemente, o desempenho animal (Detmann *et al.*, 2014). Para garantir um fornecimento adequado de compostos nitrogenados à microbiota ruminal, recomenda-se que os teores de PB estejam entre 70 e 80 $g.kg^{-1}$ de MS (Van Soest, 2019).

A avaliação da digestibilidade é outro parâmetro essencial na análise da qualidade da forragem. Embora os métodos diretos sejam onerosos e inviáveis em larga escala, técnicas alternativas, como a produção de gás em condições controladas, são utilizadas para estimar a digestibilidade da MS e dos produtos finais da fermentação, como gás carbônico e metano (Bueno *et al.*, 2005). Esta abordagem é valorizada por seu baixo custo e eficiência na avaliação de alimentos para ruminantes (Getachew *et al.*, 1998).

SILAGEM DE MILHO

Dentre as espécies forrageiras utilizadas para confecção de silagem, o milho é considerado um tipo de planta forrageira padrão ideal para o processo de ensilagem, pois, ao ser colhido no tempo adequado, apresenta características que beneficiam a fermentação, tais como: teor de MS, de carboidratos solúveis e baixa capacidade tampão, o que promove a queda do pH e conservação do material ensilado (Domingues *et al.*, 2012)

Em trabalho realizado no PPGZ da UFMT, *campus* Sinop-MT, avaliando a ensilagem de milho na região norte do Mato Grosso, Da Silva (2024) observou teor de MS de 333,6 $kg.ha^{-1}$, teor de carboidratos solúveis de 146,0 $g.kg^{-1}$ MS e baixa capacidade tampão, o que demonstra que o milho produzido nesta região apresenta características químicas que permite a conservação do material pelo processo de ensilagem. Além disso, a mesma autora observou teor de PB de 76,0 $kg.ha^{-1}$ e teor de FDN de 441,3 $kg.ha^{-1}$ na forragem de milho no momento da colheita

ISBN 978-65-5360-825-2 - Vol. 1 - Ano 2024 - www.editoracientifica.com.br

para ensilagem. Assim, pode-se constatar que o milho produzido na região norte do Mato Grosso apresenta características químicas adequadas para ensilagem coincidente no momento que apresenta características bromatológicas elevadas, o que faz desta planta a cultura ideal para ser utilizadas pelos produtores para a produção de silagem.

Apesar disso, estudos com plantas forrageiras alternativas ao milho para ensilagem estão sendo realizados na região norte do Mato Grosso, de forma a atender produtores rurais de diferentes níveis tecnológicos.

SILAGEM DE SORGO

O sorgo se destaca como uma alternativa viável para a produção de silagem no estado do Mato Grosso principalmente devido a sua resistência ao déficit hídrico e capacidade de rebrota (Machado *et al.*, 2012), além da sua eficiência no uso da água permite semeaduras tardias, especialmente na safrinha, com menos riscos em comparação ao milho (Von Pinho *et al.*, 2007).

As cultivares de sorgo podem ser classificadas em cinco grupos, conforme (Rodrigues *et al.*, 2015): sacarino (alto porte, para produção de açúcar, etanol e silagem), granífero (baixo porte, para produção de grãos), forrageiro (porte médio, usado para pastejo, corte, silagem e fenação), vassoura (usado para produção de vassouras e artesanato) e biomassa (alto porte, destinado à produção de massa para queima).

Desse modo, foi conduzido no PPGZ da UFMT, *campus* Sinop-MT, um trabalho contínuo realizado por duas acadêmicas do programa, resultando na elaboração de suas dissertações. O estudo avaliou 15 genótipos de sorgo, sendo: os forrageiros BRS 658, BRS 659, Volumax, BRS Ponta Negra, 15F30005 e 15F30006; os sacarinos BRS 511, CMSXS 5027, CMSXS 5030, CMSXS 5043 e CMSXS 5045; e os de biomassa 201934B008, AGRI-002E, BRS 716 e CMSXS 7501 *bmr*. Dentre esses, oito eram híbridos experimentais da Embrapa (15F30005, 15F30006, CMSXS 5027, 5030, 5043, 5045, 2019B008 e CMSXS 7501 *bmr*) e sete comerciais (BRS 658, BRS 659, Volumax, BRS 511, BRS Ponta Negra, BRS 716 e AGRI-002E). Na primeira etapa, foram avaliados as características agronômicas e o potencial de ensilagem dos materiais, além da realização da ensilagem. Na segunda etapa,

foram avaliadas as perdas, o perfil fermentativo, o valor nutritivo e a cinética fermentativa dos materiais.

Para avaliar a ensilabilidade, foram analisados nos genótipos de sorgo os parâmetros de teor de MS, teor de carboidratos solúveis em água, capacidade tampão e o coeficiente de fermentação. Todos esses parâmetros apresentaram variações, evidenciando a variabilidade genética entre os materiais (Tabela 1). Considerando o mínimo coeficiente de fermentação de 45 para uma boa ensilagem (Weissbach, 1996), todos os materiais estudados podem ser utilizados para a produção de silagem na região norte do Mato Grosso. No entanto, é importante destacar que o material comercial BRS 511 e os híbridos experimentais CMSXS 5027 e CMSXS 5030, de aptidão sacarina não apresentaram os teores de MS ideais para ensilagem, porém, o elevado teor de carboidratos solúveis e baixa capacidade tampão compensou a alta umidade destes materiais. Além disso, estes genótipos sacarinos apresentam risco de fermentação alcoólica dentro do silo, devido ao teor de carboidratos solúveis observado.

Tabela 1 - Variáveis referentes a ensilabilidade da forragem de 15 genótipos de sorgo cultivados em primeira safra em Sinop/MT. 2020.

Genótipo	MS	CT	CHOs	CF
BRS 658	296,1 a	35,8 b	174,7 c	72,89 c
BRS 659	296,7 a	29,1 c	205,8 c	86,35 c
VOLUMAX	242,3 c	34,3 b	181,9 c	67,01 c
PONTA NEGRA	200,9 d	22,4 d	126,3 c	65,10 c
15F30005	265,3 b	30,8 c	178,3 c	78,10 c
15F30006	262,1 b	29,3 c	228,5 c	82,87 c
BRS 511	197,8 d	16,2 e	387,8 a	195,06 a
CMSXS 5027	205,9 d	24,8 d	286,2 b	113,65 c
CMSXS 5030	214,2 d	23,8 d	395,6 a	155,36 b
CMSXS 5043	241,7 c	29,3 c	208,2 c	80,90 c
CMSXS 5045	244,4 c	28,7 c	219,4 c	87,72 c
AGRI-002E	308,5 a	29,1 c	175,1 c	72,41 c
BRS 716	289,4 a	26,9 c	153,7 c	74,61 c
CMSXS 7501	242,6 c	25,8 c	153,0 c	71,21 c
2019B008	266,6 b	42,1 a	138,0 c	52,88 c
P-value	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

MS: teor de matéria seca em $g.kg^{-1}$; CT: capacidade tampão, em g ácido lático kg^{-1} MS; CHOs: carboidratos solúveis, em g kg^{-1} MS e CF: coeficiente de fermentação (Weissbach, 1996). *Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Skott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Adaptado de Rosa *et al.* (2022).

Os genótipos comerciais de sorgo biomassa AGRI-002E e BRS 716 apresentaram maior produção de forragem para ensilagem, seguidos pelos genótipos biomassa experimentais CMSXS 7501 e 2019B008, genótipos sacarinos experimentais CMSXS 5043 e CMSXS 5045, e o genótipo forrageiro experimental 15F30005, todos com produtividade acima de 20 Mg.ha-1 de massa seca (Rosa *et al.*, 2022).

Em relação ao valor nutritivo, o teor de PB variou de 46,8 a 78,1 g.kg^{-1} MS, a fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) de 387,1 a 604,7 g.kg^{-1} MS, e os nutrientes digestíveis totais (NDT) de 582,3 a 679,7 g.kg^{-1} MS. Entre os melhores materiais estão os comerciais BRS 658, BRS 659 e BRS Ponta Negra, além dos genótipos experimentais 15F30006, CMSXS 5027 e CMSXS 5030, que apresentaram valor nutritivo semelhante aos comerciais, evidenciando seu potencial para lançamento e uso de suas silagens na alimentação animal (Souza, 2021).

Quanto a cinética fermentativa, houve diferença para as variáveis avaliadas, em que os materiais mais fibrosos (biomassa e sacarino padrão biomassa) apresentaram maior *lag time* e menor produção de gases *in vitro* (Tabela 2).

Com base nos resultados, destacaram-se os genótipos forrageiros comerciais BRS 658, BRS 659 e Volumax, além do forrageiro experimental 15F30006 e dos sacarinos experimentais CMSXS 5027 e CMSXS 5030, sendo estes últimos candidatos ao lançamento comercial e à utilização na produção de silagens para a alimentação animal (De Souza *et al.*, 2024).

Tabela 2 - Médias das estimativas dos parâmetros da cinética de produção de gás in vitro de silagens de 15 cultivares de sorgo de diferentes aptidões cultivadas em primeira safra em Sinop/MT. 2020.

Genótipos	Parâmetros cinéticos da produção de gás in vitro			
	Vf	k	L	TMD
BRS 658	190,43 [a]	0,0134 [a]	7,60 [b]	82,55 [b]
BRS 659	205,05 [a]	0,0137 [a]	9,35 [b]	85,53 [b]
Volumax	203,08 [a]	0,0107 [b]	10,99 [b]	105,39 [a]
BRS Ponta Negra	197,00 [a]	0,0104 [b]	9,13 [b]	105,85 [a]
15F30005	182,75 [a]	0,0134 [a]	8,07 [b]	83,60 [b]
15F30006	189,43 [a]	0,0127 [a]	8,82 [b]	88,42 [b]
BRS 511	189,95 [a]	0,0119 [a]	8,21 [b]	93,36 [b]
CMSXS 5027	191,58 [a]	0,0125 [a]	7,32 [b]	88,27 [b]
CMSXS 5030	214,68 [a]	0,0102 [b]	9,76 [b]	118,08 [a]
CMSXS 5043	193,63 [a]	0,0091 [b]	15,97 [a]	132,04 [a]
CMSXS 5045	173,30 [b]	0,0101 [b]	11,87 [b]	112,22 [a]
201934B008	161,63 [b]	0,0100 [b]	15,36 [a]	123,17 [a]

Genótipos	Parâmetros cinéticos da produção de gás in vitro			
	Vf	k	L	TMD
AGRI-002E	161,53 [b]	0,0084 [b]	15,36 [a]	135,78 [a]
BRS 716	149,68 [b]	0,0101 [b]	14,97 [a]	118,50 [a]
CMSXS 7501*	165,05 [b]	0,0106 [b]	15,58 [a]	114,21 [a]
p-value	0,015	0,025	<0,01	<0,01

Onde: Vf volume assintótico (total) da produção de gás em mL g^{-1} MS; k: taxa de produção de gás por hora; L: tempo de latência em horas; TMD: Tempo médio de digestão em horas. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knott (P<0,05).

Fonte: (De Souza *et al.*, 2024).

Ao compilar os dados dos dois estudos, constata-se a viabilidade e eficácia do uso da silagem de sorgo com diferentes aptidões na nutrição animal. Todas as cultivares avaliadas apresentaram características favoráveis para produção de silagens com perfil fermentativo adequado. Além disso, todas possuem valor nutritivo satisfatório, sendo necessário apenas considerar as particularidades de cada cultivar e analisar qual é a mais adequada para a formulação da dieta, conforme as necessidades do grupo de animais a ser alimentado.

SILAGEM DE CAPIM-TROPICAL

O uso de silagens de gramíneas tropicais tem se tornado cada vez mais comum na produção de ruminantes, sendo uma estratégia para aproveitar o excedente de forragem produzido no período chuvoso e reduzir os impactos da escassez de alimentos durante a estação seca (Souza *et al.*, 2012). A possibilidade de realizar múltiplos cortes do capim ao longo do ano, com posterior aproveitamento por meio do pastejo, pode compensar as dificuldades na produção da silagem, tornando essa prática uma alternativa economicamente viável para garantir o estoque de forragem.

Os capins da espécie *Urochloa brizantha* (syn. *Brachiaria brizantha*) são muito utilizados em sistemas de produção de bovinos em pastagens na região norte do Mato Grosso, desde os anos 80, principalmente após o lançamento do capim Marandu (*Urochloa Brizantha* cv. Marancu) pela Embrapa em 1984. Em 2003, foi lançado o capim Piatã (*Urochloa Brizantha* cv. BRS Piatã), como alternativa ao capim Marandu para a região do Brasil Central, uma vez que é apropriada para

solos de média fertilidade, produz forragem de boa qualidade e é resistente às cigarrinhas das pastagens (EMBRAPA, 2007).

Apesar de não ser muito utilizada para ensilagem, por ser um capim adequado aos sistemas de produção de bovinos a pasto na região norte do Mato Grosso, foi conduzido no PPGZ da UFMT, *campus* Sinop-MT, foi conduzido no PPGZ da UFMT, *campus* de Sinop-MT, um trabalho para avaliar o efeito de aditivos na qualidade nos fatores de ensilabilidade da silagem de *Urochloa brizantha* cv. Piatã, onde os aditivos testados foram: inoculante microbiano SiloMax Centrium, inoculante enzimático-microbiano Sil All C4 (Alltech do Brasil), fubá de milho e glicerina bruta, ambos os últimos com 100 g kg^{-1} na matéria verde.

A adição de fubá de milho aumentou o teor de MS para valores próximos ao ideal de 28% (McCullough, 1977), além de ter sido o aditivo que promoveu a melhor composição bromatológica, com maior teor de PB e de CNF, e menor teor de fibra (Tabela 3).

Tabela 3 - Composição química da silagem de capim Piatã com diferentes aditivos. Sinop-MT. 2013.

Variáveis	Aditivos					EPM6	P-valor
	Controle	SiloMax[3]	Sil All[4]	Fubá de milho[5]	Glicerina bruta[5]		
MS[1]	238,8 [c]	233,9 [c]	232,4 [c]	277,4 [a]	256,5 [b]	1,75	0,0001
Cinzas[1]	72,2 [b]	81,5 [b]	83,8 [b]	70,6 [b]	94,5 [a]	1,66	0,0001
PB[2]	100,7 [b]	114,0 [a]	115,6 [a]	117,5 [a]	99,1 [b]	1,34	0,0001
EE[2]	19,7 [b]	15,3 [b]	20,5 [b]	33,1 [a]	32,4 [a]	1,47	0,0012
FDN[2]	624,8 [a]	628,9 [a]	633,6 [a]	449,0 [b]	601,1 [a]	4,58	0,0001
FDA[2]	220,2 [bc]	233,7 [bc]	248,6 [b]	205,2 [c]	290,7 [a]	2,97	0,0001
CNF[2]	182,6 [b]	160,4 [b]	146,6 [b]	329,8 [a]	172,9 [b]	4,47	0,0001
Hemicelulose[2]	404,6 [a]	395,2 [a]	385,0 [a]	243,8 [b]	310,4 [ab]	4,72	0,0005

[1] g.kg^{-1}; [2] g.kg^{-1} MS, [3]inoculante microbiano; 4inoculante enzimático-microbiano; 5100 g.kg^{-1} MS; 6erro padrão da média. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não se diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). MS; matéria seca; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra insolúvel em detergente neutro; FDA: fibra insolúvel em detergente ácido; CNF: carboidrato não fibroso.

Fonte: adaptado de Bolson *et al.* (2017).

Com relação ao perfil fermentativo, observa-se que a silagem de capim Piatã aditivada com fubá de milho e glicerina bruta apresentaram menor pH e maior acidez titulável, resultantes da maior produção de ácido lático (22,7 g.kg^{-1} MS). Além disso, a silagem com farelo de milho apresentou níveis abaixo do máximo aceitável de N-NH_3 de 110 g.kg^{-1} do N total (McDonald *et al.*, 1991),

mesmo as silagens com o aditivo SiloMax se destacando pelos maiores valores de carboidratos solúveis (Tabela 4).

Tabela 4 - Perfil fermentativo da silagem de capim Piatã utilizando diferentes aditivos. Sinop-MT. 2013.

Variáveis	Aditivos					EPM9	P-valor
	Controle	SiloMax[5]	Sil All[6]	Fubá de milho[7]	Glicerina bruta[8]		
pH	4,55[a]	4,63[a]	4,63[a]	4,22[b]	4,29[b]	0,17	0,0001
Acidez titulavel1	34,92[b]	35,09[b]	34,09[b]	53,00[a]	52,81[a]	0,88	0,0001
N-NH_3[2]	157,1[a]	167,8[a]	135,0[b]	100,2[c]	156,2[a]	2,20	0,0001
CS[3]	15,1[c]	28,9[a]	22,6[b]	20,8[b]	15,1[c]	1,00	0,0001
CF[4]	25,95	24,97	23,61	28,64	27,77	-	-

[1]expresso em ml de NaOH 0,1N até atingir pH 7,0; [2]g.kg^{-1} do nitrogênio total; [3]g.kg^{-1} de MS; [4] expresso em %; [5] inoculante microbiano; [6] inoculante enzimático-microbiano; [7]100 g.kg^{-1} MS; [8] 100 g.kg^{-1} MS; 9 erro padrão da média. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). N-NH_3: nitrogênio amoniacal; CS: carboidratos solúveis; CF: coeficiente de fermentação.

Fonte: adaptado de Bolson *et al.* (2017).

A silagem de capim Piatã utilizando o fubá de milho como aditivo se apresentou a menor perda por efluentes e de matéria seca total, além da baixa perda por gases (Tabela 5), o que está relacionado com o menor pH observado neste tratamento.

Tabela 5 - Perdas por efluentes (EFp), por gases (Gp) e de matéria seca total (MSTp) da silagem de capim Piatã com diferentes aditivos. Sinop-MT. 2013.

Variáveis	Tratamentos					EPM[5]	P-valor
	Controle	SiloMax[2]	Sil All[3]	Fubá de milho[4]	Glicerina bruta[4]		
EFP1	35,6[b]	34,3[b]	39,3[b]	16,7[c]	54,2[a]	1,60	0,0001
GP1	96,2[a]	46,5[b]	14,2[b]	15,4[b]	51,0[b]	3,04	0,0014
MSTP1	127,0[ab]	79,6[ac]	42,1cd	32,2[d]	104,1[b]	3,17	0,0001

[1]g kg^{-1} de MS; [2] inoculante microbiano; [3] inoculante enzimático microbiano; [4] 100 g kg^{-1} MS; [5] erro padrão da média. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). EFP: perdas por efluentes; GP: perdas por gases; MSTP: perda da matéria seca total.

Fonte: Bolson *et al.* (2017).

Assim, a incorporação de 100 g.kg^{-1} de fubá de milho na forragem de capim Piatã produzido para ensilagem se mostra uma alternativa viável para os produtores da na região norte do Mato Grosso, uma vez que tal prática aprimora o perfil fermentativo e enriquece o valor nutricional, além de mitigar as perdas de MS, ainda mais se considerarmos a alta oferta de milho nesta região.

ISBN 978-65-5360-825-2 - Vol. 1 - Ano 2024 - www.editoracientifica.com.br

CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

Recomendações técnicas

Genótipos de sorgo estudados mostram que temos diversas opções que podem ser utilizadas passíveis de serem ensilados, como opção para condições adversas da região no norte do Mato Grosso, tanto para produtores que procuram materiais com elevada produtividade, como para aqueles que buscam bom valor nutritivo. Além disso, a adição de fubá de milho em capins tropicais, como o capim Piatã, melhora as características fermentativas e promove a conservação do valor nutritivo das silagens.

Necessidades de pesquisa

Quanto ao uso de silagens de capins tropicais, ainda há um vasto leque de opções forrageiras a serem exploradas, bem como diferentes tipos de aditivos que podem melhorar as características fermentativas dessas silagens. Assim, é necessário realizar mais pesquisas, principalmente com cultivares de *Megathyrsus maximus,* como o capim Mombaça e de *Pennisetum purpureum,* como o capim Capiaçu, entre outros.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Mato Grosso (FAPEMAT), à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela conceção de fomento para execução dos projetos e conceção de bolsas. Também agradecem a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Agrosilvipastoril) por ceder espaço para plantio das forrageiras e equipamentos para realização da ensilagem.

Contribuições Do Autor

O autor contribuiu significativamente para a formação de 15 estudantes em iniciação científica e orientou 5 dissertações sobre o tema, impactando diretamente

a área de forragicultura e pastagens, com aplicações práticas observadas no setor pecuário brasileiro.

LITERATURA CITADA

Obras geradas no PPGZ

Bolson, D. C., Pereira, D. H., Pina, D. S., Pedreira, B. C., Mombach, M. A., & Xavier, I. M. (2017). Fermentative and bromatological value of Piatã palisadegrass ensiled with different additives. *Archivos de zootecnia*, 66(256), 515-521. Available at: https://www.redalyc.org/pdf/495/49553571007.pdf.

Da Silva, M. E. (2024) Fertilizante organomineral nitrogenado a base de biochar ativado em milho para ensilagem e grão. [Dissertação de Mestrado]. Universidade Federal do Mato Grosso, Sinop.

De Souza, J. M. S., Da Rosa, M. A. B., Tardin, F. D., Behling Neto, A., Galati, R. L., Abreu, M. L. C., Chaves, C. S., & Pereira, D. H. (2024). Digestive kinetics of sorghum silages grown in the Amazon Biome. *Observatório De La Economía Latinoamericana*, *22*(1). https://doi.org/10.55905/oelv22n1-236.

Rosa, M. A. B. da, Tardin, F. D., Souza, J. M. D. S., Dos Santos, J. A. P., Macedo, T. D. F., Santos, J., Freitas, M. H. De, Todescatto, F., Parrella, R. da C., Figueiredo, J. E. F., Neto, A. B., & Pereira, D. H. (2022). Characterization of forage, sweet and biomass sorghum for agronomic performance and ensilability. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, *21*. https://doi.org/10.18512/rbms2022v21e1239.

Souza, J. M. S. (2021). *Valor nutritivo e cinética da digestão de silagens de genótipos de sorgo de diferentes propósitos cultivados em primeira safra no norte de Mato Grosso* [Dissertação de Mestrado]. Universidade Federal do Mato Grosso, Sinop.

Referencial teórico (outras literaturas consultadas)

Bueno, I. C. S., Cabral Filho, S. L. S., Gobbo, S. P., Louvandini, H., Vitti, D. M. S. S., & Abdalla, A. L. (2005). Influence of inoculum source in a gas production method. *Animal Feed Science and Technology*, *123-124 Part 1*. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.05.003.

Detmann, E., Valente, É. E. L., Batista, E. D., & Huhtanen, P. (2014). An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. *Livestock Science*, *162*(1). https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.01.029.

Dias, A. M. A., Batista, Â. M. V., Ferreira, M. de A., Lira, M. de A., & Sampaio, I. B. M. (2001). Efeito do Estádio Vegetativo do Sorgo (Sorghum bicolor, (L.) Moench) sobre a Composição Química da Silagem, Consumo, Produção e Teor de Gordura do Leite para Vacas em lactação, em Comparação à Silagem de Milho (Zea mays (L.)). *Revista Brasileira de Zootecnia*, *30*(6 suppl). https://doi.org/10.1590/s1516-35982001000800018.

Domingues, A. N., Abreu, J. G. de, Caneppele, C., Reis, R. H. P. dos, Behling Neto, A., & Almeida, C. M. de. (2013). Agronomic characteristics of corn hybrids for silage production in the State of Mato Grosso, Brazil. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, *35*(1). https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v35i1.15592.

EMBRAPA GADO DE CORTE - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Piatã é o novo capim lançado pela Embrapa. 2007. Disponível em: http://www.cnpgc.embrapa.br/index.php?pagina=bancodenoticias/15052007_piata.htm Acesso em 04/05/2012.

Evangelista, A. R., Abreu, J. G., & Pereira, R. C. (2004). Perdas na conservação de forragens. *Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas.*, 1–184.

Getachew, G., Blümmel, M., Makkar, H. P. S., & Becker, K. (1998). In vitro gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: A review. *Animal Feed Science and Technology*, *72*(3–4). https://doi.org/10.1016/S0377-8401(97)00189-2.

Jobim, C. C., Nussio, L. G., Reis, R. A., & Schmidt, P. (2007). Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, *36*(suppl). https://doi.org/10.1590/s1516-35982007001000013.

Kearney, P. C., & Kennedy, W. K. (1962). Relationship between Losses of Fermentable Sugars and Changes in Organic Acids of Silage 1. *Agronomy Journal*, *54*(2). https://doi.org/10.2134/agronj1962.00021962005400020006x.

Machado, F. S., Rodríguez, N. M., Rodrigues, J. A. S., Ribas, M. N., Teixeira, A. M., Ribeiro Júnior, G. O., Velasco, F. O., Gonçalves, L. C., Guimarães Júnior, R., & Pereira, L. G. R. (2012). Qualidade da silagem de híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*, *64*(3). https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000300024.

McCullough, M. E. (1977). Silage and silage fermentation. In *Feedstuffs* (1st ed., Vol. 49, pp. 49–52).

Mcdonald, P.; Henderson, A.R.; Heron, S.J.E. *The biochemistry of silage*. 2ª Ed. Mallow Chalcombe Publications, 1991. 340p.

Mertens, D. R. (1997). Creating a System for Meeting the Fiber Requirements of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, *80*(7). https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76075-2.

Muck, R. E., & Pitt, R. E. (1993). Ensiling and its effect on crop quality. *Silage Production from Seed to Animal.*

Ohmomo, S., Tanaka, O., Kitamoto, H. K., & Cai, Y. (2002). Silage and Microbial Performance, Old Story but New Problems. *Japan Agricultural Research Quarterly: JARQ*, *36*(2), 59–71. https://doi.org/10.6090/jarq.36.59.

Reis, R. A., Teixeira, I. A. M. A., & Siqueira, G. R. (2006). Impacto da qualidade da forragem na produção animal. *43o Reunião Anual Da Sociedade Brasileira de Zootecnia.*, 580–608.

Rodrigues, J. A. S., Menezes, C. B., Guimarães Júnior, R., & Tabosa, J. N. (2015). Utilização do Sorgo na Nutrição Animal. In I. A. Pereira Filho & J. A. S. Rodrigues (Eds.), *Sorgo: o produtor pergunta, a Embrapa responde.* EMBRAPA.

Santos, E. M., & Zanine, A. de M. (2006). SILAGEM DE GRAMÍNEAS TROPICAIS. *Colloquium Agrariae*, *2*(1). https://doi.org/10.5747/ca.2006.v02.n1.a21

Silva, J. B., Reis, S. T. dos, Rocha Júnior, V. R., Sales, E. C. J. de, Mota, V. J. G., Jayme, D. G., & Souza, V. M. (2011). Características fermentativas da silagem do capim Marandu manejado em diferentes alturas de dossel. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, *12*(2). Available at: https://periodicos.ufba.br/index.php/rbspa/article/view/40586.

Souza, A. S. O., Silva, J. R., Barros, M. S., Lima, V. G. O., Luz, D. O., Ribeiro, O. L., Santana Filho, N. B., & Araujo, S. S. (2012). Composição Químico-Bromatológica do Capim-Tanzânia Ensilado com Farelo de Arroz. *Revista Científica de Produção Animal*, *14*(1). https://doi.org/10.15528/2176-4158/rcpa.v14n1p25-28.

Van Soest, P. J. (2019). Nutritional Ecology of the Ruminant. In *Nutritional Ecology of the Ruminant*. https://doi.org/10.7591/9781501732355.

Von Pinho, R. G., De Vasconcelos, R. C., Borges, I. D., & De Resende, A. V. (2007). Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. *Bragantia*, *66*(2). https://doi.org/10.1590/s0006-87052007000200007.

Weissbach, F. New developments in crop conservation. *In*: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 11., 1996, Aberystwyth. Proceedings...Aberystwyth: Institute of Grassland and Environmental Research, 1996. p. 11-25 .

08

APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO GERADO NO PPGZ: INOVAÇÃO E EXTENSÃO PARA A INTENSIFICAÇÃO SUSTENTÁVEL E DESENVOLVIMENTO REGIONAL EM MATO GROSSO

Daniel Carneiro de Abreu
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Aaron Kinyu Hoshide
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Wininton Mendes da Silva
Empresa Mato-grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural (EMPAER-MT)

Marieta Prata de Lima Dias
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

André Soares de Oliveira
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Sylvia Sanae Takishita
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Lorena Machado Pedrosa
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

João Alex de Medeiros
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Luana Molossi
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Jordane Aparecida Vieira dos Reis
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Cleverson Freitas de Almeida
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Daniel Teixeira Pinheiro
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Fernando de Paula Alberto
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Ronaldo Alves de Oliveira
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Kaio Furlan Andreasse
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Lucas Figueiredo Ferreira
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Pedro Henrique de Oliveira Costa
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Vinicius Cesar Barbosa
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

10.37885/241218405

RESUMO

Objetivou-se escrever a aplicação do conhecimento gerado no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZ), pelo professor Daniel Carneiro de Abreu e colaboradores, no contexto científico, com ênfase no ensino e caráter prático para o setor produtivo; onde foram identificadas demandas de aprendizagem e conhecimento, desenvolvidas, validadas e difundidas técnicas e tecnologias para a intensificação sustentável e desenvolvimento regional no Mato Grosso. Desde seu ingresso em 2016, o professor e colaboradores têm se dedicado à realização de pesquisa aplicada e extensão em produção agropecuária e, ao longo dos anos, produzido trabalhos de forma colaborativa com outras instituições regionais e internacionais, e também com a comunidade local, para desenvolver e estabelecer abordagens inovadoras na geração e na disseminação do conhecimento. Com a aplicação do conhecimento gerado, o foco principal é aumentar a eficiência e resiliência dos sistemas de criação e cultivo, oferecendo também atividades de extensão em caráter indissociável com a pesquisa. Ao longo dos anos, ações de pesquisa e extensão alcançaram marcos significativos, incluindo o treinamento de mais de 1.000 profissionais (pós-graduandos, extensionistas, consultores independentes e técnicos), e de mais de 4.000 produtores e jovens no meio rural por meio de pesquisas em campo, cursos, dias de campo, reuniões, entre outros. Além disso, facilitamos seis estágios de intercâmbio para jovens líderes nos EUA. Houve a publicação de cinco livros (disponíveis em versão impressa e e-book), desenvolvimento de dois aplicativos para smartphones e publicação de mais 10 artigos científicos em periódicos de alta impacto, todos voltados para o compartilhamento de conhecimento e acesso gratuito.

Palavras-chave: criação; cultivo; intensificação sustentável; integração de sistemas; modelagem computacional.

ABSTRACT

The objective was to describe the application of the knowledge generated in the Graduate Program in Animal Science (PPGZ) by Professor Daniel Carneiro de Abreu and collaborators in the scientific context, with an emphasis on teaching and practical relevance for the productive sector. Learning and knowledge demands were identified, techniques and technologies for sustainable intensification and regional development in Mato Grosso were developed, validated, and disseminated. Since joining in 2016, the professor and collaborators have been dedicated to applying research and extension in agricultural production and have collaborated with other regional and international institutions, as well as with the local community, to develop and establish innovative approaches to knowledge generation and dissemination. The primary focus of the generated knowledge application is to enhance the efficiency and resilience of livestock and crop systems, also offering extension activities inseparably linked to research. Over the years, research and extension activities have achieved significant milestones, including training more than 1,000 professionals (graduate students, extension agents, independent consultants, and technicians) and over 4,000 producers and rural youth through field research, courses, field days, meetings, among others. Additionally, six exchange internships for young leaders in the USA were facilitated. Five books (available in print and e-book versions) were published, two smartphone applications were developed, and more than 10 scientific articles in high-impact journals were published, all aimed at knowledge sharing and free access.

Keywords: computational modeling; livestock; sustainable intensification; system integration.

RESUMEN

El objetivo fue describir la aplicación del conocimiento generado en el Programa de Posgrado en Zootecnia (PPGZ) por el profesor Daniel Carneiro de Abreu y colaboradores en el contexto científico, con énfasis en la enseñanza y relevancia práctica para el sector productivo. Se identificaron demandas de aprendizaje y conocimiento, se desarrollaron, validaron y difundieron técnicas y tecnologías para la intensificación sostenible y el desarrollo regional en Mato Grosso. Desde su ingreso en 2016, el profesor y sus colaboradores se han dedicado a la investigación aplicada y la extensión en la producción agropecuaria, y a lo largo de los años, han producido trabajos de forma colaborativa con otras instituciones regionales e internacionales, así como con la comunidad local, para desarrollar y establecer enfoques innovadores en la generación y diseminación del conocimiento. El enfoque principal de la aplicación del conocimiento generado es aumentar la eficiencia y la resiliencia de los sistemas de ganadería y cultivos, ofreciendo también actividades de extensión indisolublemente vinculadas a la investigación. A lo largo de los años, las actividades de investigación y extensión han alcanzado hitos significativos, incluyendo la capacitación de más de 1.000 profesionales (estudiantes de posgrado, agentes de extensión, consultores independientes y técnicos) y más de 4.000 productores y jóvenes rurales a través de investigaciones de campo, cursos, días de campo, reuniones, entre otros. Además, se facilitaron seis pasantías de intercambio para jóvenes líderes en los Estados Unidos. Se publicaron cinco libros (disponibles en versión impresa y e-book), se desarrollaron dos aplicaciones para teléfonos inteligentes y se publicaron más de 10 artículos científicos en revistas de alto impacto, todos orientados al intercambio de conocimiento y acceso gratuito.

Palavras clave: ganadería; intensificación sostenible; modelado computacional; cultivo; integración de sistemas.

INTRODUÇÃO

As Ciências Agrárias avançaram significativamente nas últimas décadas, permitindo não somente o avanço do conhecimento científico, mas também que a produção de alimentos, ração, fibra e energia ocupassem patamares nunca experimentados na história da humanidade. Hoje, é possível estimar o crescimento e produção das culturas em sistemas a partir de informações climáticas, como temperatura, radiação solar, precipitação e velocidade do vento, e parâmetros físicos, químicos e biológicos do solo sob determinado manejo de fertilização, plantas daninhas, pragas e doenças. Em sistemas de criação de animais, pode-se estimar o desempenho da produção de carne, leite, ovos e lã em função da genética, fase de crescimento, sexo, sanidade e fatores do ambiente, como os manejos nutricional, alimentar, reprodutivo, entre outros.

Informações técnicas e/ou científicas estão cada dia mais acuradas e disponíveis em revistas e periódicos de livre acesso. Entretanto, é necessário integrar todas as áreas das Ciências Agrárias como, por exemplo, Ciência do Solo, Fitotecnia, Silvicultura, Mecanização Agrícola, Produção Animal e Agrometeorologia, para que se possam gerar predições ou estimativas de desempenho tanto técnico, como econômico e ambiental. Para isso, a interação com outras áreas do conhecimento, como a Ciência da Computação, faz-se necessária para análise completa do agroecossistema através da modelagem computacional. Esse recurso tornou-se uma ferramenta indispensável aos pesquisadores, técnicos e produtores para difundir, levar e estender os conhecimentos técnico-científicos e descobertas da ciência, de maneira a possibilitar que tanto decisões técnicas, quanto econômicas e ambientais sejam eficazes, como a redução do uso de recursos que seriam empregados em ensaios experimentais.

Na pesquisa em sistemas integrados de produção agropecuária, especialmente envolvendo bovinos de corte, o auxílio da computação permite melhorias significativas na capacidade de testes de novas hipóteses através da análise e delineamento de experimentos específicos com melhor explanação dos mecanismos fisiológicos, ou até mesmo climáticos, que interferem ou influenciam fenômenos e processos de interação química, física e biológica (Sterk *et al.*, 2006; Rotz *et al.*, 2023). Os sistemas de produção agropecuária são ecossistemas dinâmicos e complexos, o que exige enfoque multidisciplinar das relações entre

os componentes — solo, planta, animal, implementos, recursos humanos, capital, atmosfera e outros insumos —, controlados em parte pelos produtores e influenciados em diferentes graus pela política econômica e fatores sociais operantes em diferentes níveis. Para isso, a aplicação de softwares de modelagem vem sendo difundida e reportada na literatura científica de várias regiões do mundo para retratar, por meio de modelos, o funcionamento de diferentes ecossistemas (Rotz *et al.*, 1989; Ikerd, 1993; Pannell, 1996; Kropff *et al.*, 2001; Tedeschi, 2006; Bryant, Snow, 2008; Li *et al.*, 2012; Ascough *et al.*, 2019) na busca por mais eficiência e redução do impacto ambiental. Dessa forma, objetivou-se descrever a *aplicação* do conhecimento gerado no PPGZ, no contexto científico, com ênfase no ensino e caráter prático para o setor produtivo, onde foram identificadas demandas de aprendizagem e conhecimento, desenvolvidas e validadas tecnologias e difundindo tecnologias para a intensificação sustentável e desenvolvimento regional em Mato Grosso.

TÍTULOS PRINCIPAIS:

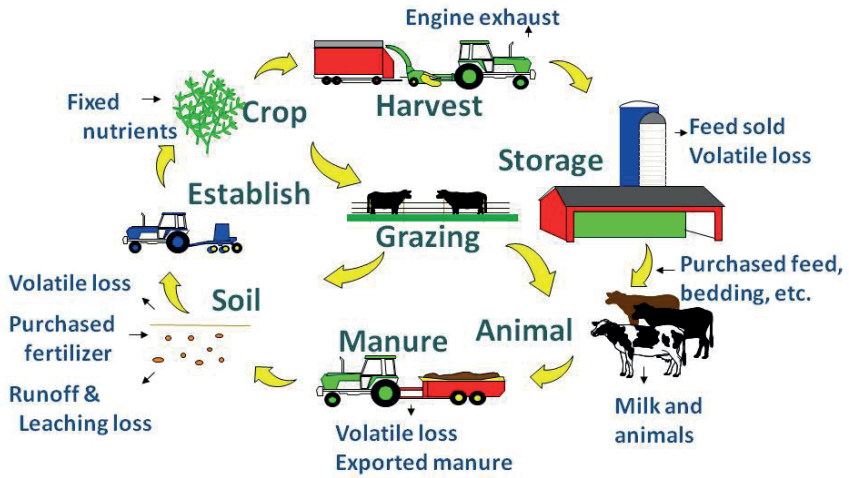
A utilização de modelos computacionais biológicos (*systems-based approach*) para avaliar a sustentabilidade em sistemas de cultivo e criação é recomendada por vários autores (Rotz *et al.*, 1989; Ikerd, 1993; Stockle *et al.*, 1994; Pannell, 1996; Kropff *et al.*, 2001; Tedeschi, 2006; Bryant & Snow, 2008; Li *et al.*, 2012). Porém, a maioria dos modelos concentra-se na análise particular de alguns aspectos, como, por exemplo, biodiversidade (Bengtsson *et al.*, 2005; Feber *et al.*, 2007; Hole *et al.*, 2005; Rundlof *et al.*, 2008), uso da terra (Badgley *et al.*, 2007), propriedades do solo (Maeder *et al.*, 2002; Stockdale *et al.*, 2002) ou emissão de gases (Syvasalo *et al.*, 2006; Trydeman Knudsen *et al.*, 2006; Li *et al.*, 2012), sem considerar a produção animal, diferenças entre ciclo produtivo (cria, recria, engorda ou ciclo completo), regime alimentar (pasto, suplementação a pasto e/ou, confinamento) e unidade de produção (extensiva, semi-intensiva e intensiva). Dentre todos, somente o modelo *Integrated Farm System Model* (IFSM), proposto por Rotz *et al.* (2023) contempla avaliações técnica, econômica e ambiental, considerando pecuária e lavoura em sistemas agropecuários.

Rotz & Abreu (2015) descreveram a aplicação do modelo IFSM com ênfase na simulação de sistemas integrados de lavoura-pecuária. Os autores ressaltaram

ISBN 978-65-5360-825-2 - Vol. 1 - Ano 2024 - www.editoracientifica.com.br

a importância de ser considerado todo o processo, desde a produção da lavoura e do pasto, o processo de colheita ou pastejo dos animais, armazenagem do alimento colhido, alimentação e nutrição dos animais ao manejo de dejetos (Figura 1). O IFSM considera os processos biológicos e físicos do sistema agropecuário (Rotz *et al.* 2014). Durante a simulação no IFSM, a produção da lavoura e do animal, estratégias de alimentos e manejo dos animais, bem como a ciclagem de nutrientes do sistema são integrados a diferentes condições climáticas ao longo dos anos. O IFSM foi também desenvolvido e utilizado para avaliar o cultivo e o estágio de desenvolvimento de diferentes lavouras, anuais ou perenes, e consumo de matéria seca, digestibilidade e desempenho bovinos de leite e corte (Rotz *et al.*, 2023).

Figura 1 - Modelagem biológica computacional do sistema agropecuário no modelo *Integrated Farm System Model.*



Fonte: Rotz *et al.* (2023).

Neste modelo, o fluxo de nutrientes no sistema é integrado e modelado para estimar o potencial de acumulação de nutrientes no solo, bem como a perda no meio ambiente (Rotz *et al.*, 2023). A quantidade de dejetos produzida pelo animal é estimada em função da quantidade de alimento e valor nutricional da dieta consumida. A volatilização de nitrogênio ocorre no estábulo, durante a armazenagem, na aplicação no campo e durante o pastejo. As perdas por desnitrificação e lixiviação no solo estão relacionadas à umidade e drenagem no perfil do

solo, as quais são influenciadas pelas propriedades do solo, precipitação, manejo de dejetos e aplicação de fertilizantes. A erosão dos sedimentos é estimada em função de escoamento superficial, área do campo, propriedades físicas e químicas do solo, topografia e cobertura vegetal na área. A transformação e movimento do fósforo são simulados no solo por meio da fonte de fósforo orgânico e inorgânico aplicado e práticas de manejo no preparo do solo e plantio. O balanço da emissão de gases é obtido pela relação de carbono fixado ao longo do crescimento das plantas menos as perdas pela emissão de dióxido de carbono e metano. O balanço completo de nitrogênio, fósforo, potássio e carbono, por unidade de produto agrícola ou pecuário, é determinado pela soma de todos os nutrientes importados no alimento, fertilizantes, deposição e fixação biológica menos a exportação pelo leite, excesso de alimento, animais, dejetos e perdas no sistema.

O IFSM tem sido utilizado para avaliar alternativas de produção, incluindo diferentes sistemas de cultivo, estratégias de colheita, métodos de conservação de volumosos, ciclo produtivo (cria, recria e engorda), regime alimentar (pasto, suplementação a pasto e/ou, confinamento), unidades de produção (extensiva, semi-intensiva e intensiva), manejo de dejetos e estratégias de produção orgânica e convencional. A maioria dos estudos, para criação do modelo, foi conduzida nas regiões nordeste e centro-oeste dos Estados Unidos, mas o modelo pode ser aplicado em outros países como o Brasil. Alguns exemplos são apresentados ao longo do texto para ilustrar a utilização do modelo de análise zootécnica, agronômica, econômica e ambiental de sistemas agropecuários.

Abreu *et al.* (2016), utilizando o IFSM, simularam sistemas integrados de criação de leite orgânico e diferentes combinações de culturas em rotação e forragem perene na região da Nova Inglaterra, Estados Unidos (Abreu *et al.*, 2016). Os sistemas incluíram o trigo (*Triticum aestivum* L.) após milho (*Zea mays* L.), forrageira perene ou soja, além de rotações de milho seguido de milho (segundo ano) ou soja. O sistema de criação exclusivamente a pasto obteve maior margem líquida (US$ 742,15 por vaca), enquanto a rotação soja-trigo-pasto, devido à maior produtividade do trigo no inverno em comparação ao verão, gerou receita 7% superior ao restante dos sistemas. Os benefícios ambientais foram melhores nas rotações de soja-trigo, com redução no escoamento de P e acúmulo de K, além da diminuição de 4% na pegada hídrica (kg de leite). As rotações onde o milho foi

colhido como silagem foram menos lucrativas, quando comparadas ao sistema a pasto ou integrado com soja.

Hoshide *et al.* (2016) calibraram o IFSM para simulação da integração do sistema com trigo, milho e soja em pequenas propriedades de bovinos de leite (30 vacas), em duas localidades no sul do Brasil (Chapecó, SC e Pelotas, RS) e uma no nordeste dos Estados Unidos (Waterville, ME). Através destas simulações, constatou-se que, pelo prisma técnico, o cultivo de soja e milho para silagem são mais indicados para a região sul do Brasil, e trigo colhido para silagem para Waterville, no nordeste estadunidense.

Pereira *et al.* (2018) avaliaram parâmetros econômicos e ambientais referentes à criação de bovinos de corte (angus), no sul do Brasil, sob o manejo extensivo em pastagem natural, a pasto, com suplementação proteica de baixo consumo e integrado com soja e suplementação proteica de baixo consumo aos animais. A adoção da suplementação e integração de sistemas condicionou incremento de produção de carne por unidade de área de 7,9%, aumento da rentabilidade em até 47% e redução de até 6% na pegada de carbono, com a integração dos sistemas em relação ao manejo extensivo a pasto.

Pedrosa *et al.* (2019) também produziram trabalhos na mesma linha de intensificação sustentável na região centro-oeste do Brasil, em uma propriedade comercial na Amazônia legal. Avaliaram a adoção de tecnologias em sistemas de terminação de bovinos de corte. Foram observadas as seguintes práticas de intensificação: suplementação a pasto, adubação de pastagem, reforma de pastagem, integração lavoura-pecuária e irrigação de pastagem. A intensificação com adoção destas tecnologias levou ao aumento de 5.7% na produtividade nas áreas e aumento de até 130% na receita bruta do sistema. Assim, demonstraram como as práticas podem aumentar a produtividade e a lucratividade da carne bovina, ao mesmo tempo em que reduzem a pegada de carbono.

Já Molossi *et al.* (2020), levando em consideração sistemas de criação onde não ocorre adoção da técnica de integração, seja devido às limitações edafoclimática ou econômica, simularam a adoção de adubação de pastagem, recuperação de pastagem e suplementação a pasto de duas propriedades comerciais no Cerrado e Amazônia. Ao compararem a adoção destas estratégias de manejo ao sistema extensivo, observaram aumento da produtividade, retorno econômico por unidade de área e redução das emissões GEE por unidade de produto (carne)

no sistema; indicando como a intensificação pode aumentar a disponibilidade futura de alimentos para humanidade.

Pinheiro *et al.* (2021), ao conduzirem ensaios com 20 híbridos de milho no Cerrado mato-grossense para validação de modelos computacionais, concluíram ser possível indicar materiais genéticos (híbridos de milho) mais produtivos e com qualidade superior quando colhidos para silagem ou grãos. A qualidade da silagem foi correlacionada com maior produtividade de grãos, e a produtividade de grãos de milho foi superior em 10 híbridos com média 11.425 kg ha-1 (64% maior do que média no estado de Mato Grosso). O cultivo de materiais mais adaptados às condições edafoclimáticas da região permite a produtividade dos sistemas de cultivo e criação, à medida que o Brasil faz a transição de áreas de pastagem extensivas para sistemas mais intensificados. O aumento da produtividade de grãos de milho no Cerrado incentiva a redução do desmatamento e a expansão horizontal sobre vegetação nativa.

Hoshide *et al.* (2023), em editorial, trouxeram abordagem interdisciplinar da intensificação sustentável e intensificação ecológica, com importantes contribuições em tópicos internacionais, nos quais a ciência permite o incremento de produtividade e redução de impactos ambientais dos sistemas agrícolas. Esse editorial destaca a necessidade de intensificação sobre o prisma sustentável e ecológico para enfrentar os desafios globais de sustentabilidade, como demanda por área, degradação do solo e perda de biodiversidade, a fim de atender às demandas futuras de produção de alimentos. Estratégias de adaptação regionais, como a adoção de e-commerce por pequenos agricultores na China ou a rotação de culturas nos EUA, exemplificam abordagens que equilibram a produtividade com a preservação ambiental. Além disso, a integração de tecnologias, como fertilizantes ecológicos e tecnologias de mecanização agrícola, somada a políticas públicas é fundamental para minimizar impactos ambientais e garantir a segurança alimentar. Ao promover parcerias e comunicação eficaz, essas abordagens apoiam a transição para uma agricultura sustentável, contribuindo para a resiliência ecológica e para os ambiciosos objetivos globais de segurança alimentar para 2030.

Estendendo a importância de políticas públicas, Molossi *et al.* (2023) reforçaram que novas técnicas e tecnologias, como a integração de sistemas que foram difundidas e adotadas com apoio destas políticas, visam estimular o aumento da

ISBN 978-65-5360-825-2 - Vol. 1 - Ano 2024 - www.editoracientifica.com.br

produção de alimento no país. Com isso, a revisão apresentou uma visão geral da produção de carne bovina no território nacional, concentrando-se especialmente em fatores históricos que incentivaram um estilo de produção extensivo e de baixa intensidade e como políticas públicas nacionais promoveram a sustentabilidade na indústria de carne bovina. Os programas desenvolvidos permitiram expandir florestas secundárias para compensar os 42% das emissões de GEE do país, em consequência da mudança no uso do solo. Todavia, para se produzir mais carne com menor impacto ambiental, é essencial que os produtores utilizem suas áreas de forma mais eficiente e produtiva. Assim, essas iniciativas de políticas públicas devem combater o desmatamento, preservar o meio ambiente e as comunidades locais, enquanto intensificam de forma sustentável a produção de carne bovina.

A aplicação destes modelos computacionais representa uma oportunidade de aumentar a eficiência em termos de rendimento, análise, compreensão e orientação de tomada de decisões para adoção e aplicação eficaz de técnicas, tecnologias e estratégias nos sistemas de criação e cultivo, como em sua integração. Sua utilização representa uma ferramenta útil e eficiente também na pesquisa de campo e transferência de tecnologias em ações de extensão. A integração dos componentes dos sistemas, via sistemas computacionais, é considerada pela comunidade científica como uma tecnologia importante na busca pela intensificação sustentável destes sistemas.

Por fim, levando em consideração o caráter de indissociabilidade entre a pesquisa e extensão, Reis *et al.* (2023) identificaram e caracterizaram os perfis dos produtores rurais e profissionais na região Médio-Norte de Mato Grosso e verificaram quais métodos de transmissão de conhecimento são preferidos para aumento do conhecimento e/ou adoção das técnicas adequadas de adequação produtiva. Ao analisar os dados coletados, relativamente aos profissionais agrícolas, observou-se predominância de agricultores do sexo masculino, casados, com variada faixa etária e de alto nível educacional. Esses produtores e os profissionais são capacitados majoritariamente pelo setor privado e por organizações de apoio a negócios em detrimento de instituições públicas, como universidades e órgãos estaduais/federais. No estado, a extensão pode envolver esforços conjuntos de entidades dos setores público e privado. Entretanto, são necessários esforços mais direcionados para garantir que a pesquisa do setor público seja usada de forma mais igualitária pelos produtores e profissionais da região, especialmente

durante os dias de campo e palestras técnicas presenciais, eventos os quais são métodos de extensão preferidos pela audiência, quanto à atualização de conhecimento e adoção de tecnologias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

Recomendações técnicas

As recomendações técnicas estão disponíveis gratuitamente no site do Programa AgriSciences (www.agrisciences.org.br) ou pelo e-mail agrisciences@ufmt.br. Abaixo, destacam-se algumas das principais obras publicadas:

Abreu, D.C.; Dias, M.P.L.; Boscoli, D.Z.; Silva, W.M.; Alberto, F.P.; Martins, A.R.R.; Pinheiro, D.T. (2022). *3ª Vitrine Tecnológica Agrícola: Atualidades na Cultura do Milho em Sistema Soja e Milho-Safrinha.* 3. ed. Cuiabá, MT: Fundação UNISELVA. v. 3, 230 p.

Osvaldo Sobrinho, R.; Abreu, D.C.; Dias, M.P.L.; Silva, W.M.; Santos, D.M.S.; Molossi, L.; Somavilla, A.; Baldan, A. (2021). *2ª Vitrine Tecnológica Agrícola: Atualidades na Pecuária de Corte para Baixada Cuiabana*. 2. ed. Cuiabá, MT: Fundação UNISELVA. 272 p.

Abreu, D.C.; Pedrosa, I.M.; Dias, M.P.L.; Takishita, S.S.; Pires, E.M.; Matos, E.S. *1ª Vitrine Tecnológica Agrícola: Culturas Anuais na Recuperação de Pastagens.* (2018). 1. ed. Cuiabá, MT: Fundação UNISELVA. 148 p.

Abreu, D.C.; Morales, M.M.; Anjos, A.F.T.; Felipe, R.T.A.; Dias, M.P.L.; LANA, R.P. (2016). *Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável das Novas Fronteiras Agrícolas.* 8. ed. Sinop, MT: Fundação UNISELVA, v. 1. 214 p.

Necessidades de pesquisa

Para avançar na resolução dos desafios, é essencial desenvolver pesquisas focadas em aprimorar a modelagem computacional, promover tecnologias de baixo carbono, otimizar o uso de recursos e avaliar os impactos socioeconômicos para produtores. Além disso, é necessário investigar políticas públicas que incentivem a sustentabilidade e fortalecer a capacitação para facilitar a adoção de práticas inovadoras no campo.

ISBN 978-65-5360-825-2 - Vol. 1 - Ano 2024 - www.editoracientifica.com.br

Agradecimentos

Agradecimentos ao AgriSciences, EMPAER-MT, University of Minnesota, University of Maine, Ohio State University, Universidade Federal de Viçosa, Universidade Federal de Uberlândia, Grupo Osvaldo Sobrinho, Grupo Bragança, Fazenda Santa Sofia, FAMATO, SENAR-MT, PDPL-RV, ACRIMAT, APROSOJA-MT, Embrapa, Aliança SIPA, UNISELVA, REDD Early Movers, Governo do Estado de Mato Grosso, Banco Interamericano de Desenvolvimento, Banco de Desenvolvimento da Alemanha e à Secretaria de Negócios, Energia e Estratégia Industrial do Reino Unido da Grã-Bretanha, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade e do BEIS, da Irlanda do Norte. A contribuição dessas instituições foi essencial para podermos alcançar objetivos dos projetos, promovendo avanços significativos na pesquisa e extensão.

Contribuições Do Autor

Um dos autores (Daniel C. Abreu) contribuiu significativamente para a formação de 22 estudantes em iniciação científica e orientou 4 dissertações sobre o tema, impactando diretamente a área de sistemas integrados de produção agropecuária, com aplicações práticas observadas no setor de agricultura e pecuária.

LITERATURA CITADA

Obras geradas no PPGZ

Dissertações

Renata de Lima Santos Taques. (2022). *Perfis e Demandas de Treinamento dos Profissionais Rurais que atuam na Região Noroeste do Estado de Mato Grosso*. Dissertação (Mestrado em ZOOTECNIA) - Universidade Federal de Mato Grosso, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Orientador: Daniel Carneiro de Abreu.

Thaís Emanuele Lima Alves. (2021). *Cenários de Intensificação da Pecuária de Corte e sua Sustentabilidade no Bioma Amazônico.* Dissertação (Mestrado em ZOOTECNIA) - Universidade Federal de Mato Grosso, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Orientador: Daniel Carneiro de Abreu.

Jordane Aparecida Vieira dos Reis. (2021). *Assessing the Research and Education Approaches of the Agricultural Industry in the Middle North of State of Mato Grosso*, Brazil. Dissertação (Mestrado em ZOOTECNIA) - Universidade Federal de Mato Grosso, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Orientador: Daniel Carneiro de Abreu.

Luana Molossi. (2016). Strategies for Sustainable Agricultural Intensification in the Amazon and Cerrado Biomes. Dissertação (Mestrado em ZOOTECNIA) - Universidade Federal de Mato Grosso, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso. Orientador: Daniel Carneiro de Abreu.

Artigos

Abreu, D.C.; Hoshide, A.K.; Mallory, E.B.; Roche, E.H.; Oliveira, A.S.; Kersbergen, R.J.; Lana, R.P.; Fonseca, M.A. (2016). Economic and environmental implications of wheat-crop sequences on organic dairy-farm simulations. Crop & Pasture Science, v. 1, p. 1-12. doi: https://doi.org/10.1071/CP15250

BOrella, D.R.; Souza, A.P.; Almeida, F.T.; Abreu, D.C.; Hoshide, A.K.; Carvalho, G.A.; Pereira, R.R.; Silva, A.F. (2022). Dynamics of Sediment Transport in the Teles Pires River Basin in the Cerrado-Amazon, Brazil. *Sustainability*, v. 14, p. 16050. doi: https://doi.org/10.3390/su142316050

Fonseca, M.A.; Tedeschi, L.O.; Valadares Filho, S.C.; Paula, N.F.; Villadiego, F.A.C.; Silva Junior, J. M.; Abreu, D.C.; Chizzotti, M.L. (2017). Assessment of body fat composition in crossbred Angus × Nellore using biometric measurements. *Journal of Animal Science*, v. 95, p. 5584-5596. doi: https://doi.org/10.2527/jas2017.1840

Hoshide, A. K.; Sarkar, R.; Larkin, R.; Abreu, D.C. (2023). Editorial: Ecological intensification and sustainable intensification: increasing benefits to and reducing impacts on the environment to improve future agricultural and food systems. *Frontiers in Environmental Science***,** v. 11, p. 01. doi: https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1301995

KraeskI, A.; almeida, F.T.; Souza, A.P.; Carvalho, T.M.; Abreu, D.C.; Hoshide, A.K.; Zolin, C.A. (2023). Land Use Changes in The Teles Pires River basin's Amazon and Cerrado biomes, Brazil, 1986-2020. *Sustainability,* v. 15, p. 4611. doi: https://doi.org/10.3390/su15054611

Magalhaes, W.A.; Amorim, R.S.S.; Hunter, M.O.; Bocuti, E.D.; Raimo, L.A.L.; Silva, W.M.; Hoshide, A.K.; Abreu, D.C. (2023). Using the GeoWEPP Model to Predict Water Erosion in Micro-Watersheds in the Brazilian Cerrado. *Sustainability*, v. 15, p. 4711. doi: https://doi.org/10.3390/su15064711

Molossi, L.; Hoshide, A.K.; Abreu, D.C.; Oliveira, R.A. (2023). Agricultural Support and Public Polices Improving Sustainability in Brazil's Beef Industry. *Sustainability*, v. 15, p. 4801. doi: https://doi.org/10.3390/su15064801

Molossi, L.; Hoshide, A.K.; Pedrosa, L.M.; Oliveira, A.S.; Abreu, D.C. (2020). Improve Pasture or Feed Grain? Greenhouse Gas Emissions, Profitability, and Resource Use for Nelore Beef Cattle in Brazil's Cerrado and Amazon Biomes. *Animals*, v. 10, p. 1-21. doi: https://doi.org/10.3390/ani10081386

Morales, M.M.; Comerford, N.B.; Behling, M.; Abreu, D.C.; Guerrini, I.A. (2021). Biochar Chemistry in a Weathered Tropical Soil: Kinetics of Phosphorus Sorption. *Agriculture*, v. 11, p. 295. doi: https://doi.org/10.3390/agriculture11040295

Olini, L.M.G.; Donadia, A.B.; Silva, H.M.; Alessi, K.C.; Abreu, D.C.; Oliveira, A.S. (2020). Fatores que Afetam a Rentabilidade da Pecuária de Leite. *Nativa*, v. 8, p. 295-301. doi: https://doi.org/10.31413/nativa.v8i2.8448

Paulista, R.S.D.; Almeida, F.T.; Souza, A.P.; Hoshide, A.K.; Abreu, D.C.; Araujo, J.W.; Martim, C.C. (2023). Estimating Suspended Sediment Concentration Using Remote Sensing for the Teles Pires River, Brazil. *Sustainability*, v. 15, p. 7049. doi: https://doi.org/10.3390/su15097049

Pedrosa, L.M.; Hoshide, A.K.; Abreu, D.C.; Molossi, L.; Couto, E.G. (2019). Financial transition and costs of sustainable agricultural intensification practices on a beef cattle and crop farm in Brazil's Amazon. Renewable *Agriculture and Food Systems*, v. 1, p. 1-12. doi: https://doi.org/10.1017/S1742170519000413

Pereira, C.H.; Patino, H.O.; Hoshide, A.K.; Abreu, D.C.; Rotz, A.C.; Nabinger, C. (2018). Grazing supplementation and crop diversification benefits for southern Brazil beef: A case study. *Agricultural Systems*, v. 162, p. 1-9. doi: https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.01.009

Pinheiro, D.T.; Santos, D.M.S.; Martins, A.R.R.; silva, W.M.; Araujo, C.V.; Abreu, D.C.; HOSHIDE, A.K.; Molossi, L.; Oliveira, R.A. (2021). Closing the Gap: Sustainable Intensification Implications of Increased Corn Yields and Quality for Second-Crop (Safrinha) in Mato Grosso, Brazil. *Sustainability*, v. 13, p. 13325. doi: https://doi.org/10.3390/su132313325

Reis, J.A.V.; Hoshide, A.K.; Vreyens, J.R.; Oliveira, A.S.; BArros, V.A.M.; Silva, W.M.; MOLOSSI, L.; Viana, J.L.; Abreu, D.C.; Oliveira, R A. (2023). Training Sources and Preferences for Agricultural Producers and Professionals in Middle-North Mato Grosso, Brazil. *Sustainability*, v. 15, p. 4712. doi: https://doi.org/10.3390/su15064712

Shaukat, M.; Ahmad, A.; Khaliq, T.; Hoshide, A.K.; Abreu, D.C. (2023). Organic Amendments and Reduced Tillage Accelerate Harvestable C Biomass and Soil C Sequestration in Rice-Wheat Rotation in a Semi-Arid Environment. *Sustainability*, v. 15, p. 6415. doi: https://doi.org/10.3390/su15086415

Shaukat, M.; Hoshide, A.K.; Muhammad, S.; Arshad, I.A.; Mushtaq, M.; Abreu, D.C. (2023). Predicting Soil Carbon Sequestration and Harvestable C-Biomass of Rice and Wheat by DNDC Model. *Crops*, 3, 220. doi: https://doi.org/10.3390/crops3030021

Shaukat, M.; Hoshide, A.K.; Muhammad, S.; Arshad, I.A.; Mushtaq, M.; Abreu, D.C. (2023). Predicting Soil Carbon Sequestration and Harvestable C biomass of Rice and Wheat by DNDC Model. *Preprints*, 1, 1-16. doi: https://doi.org/10.20944/preprints202305.0913.v1

Silva, M.S.; Nóbrega, J.S.; Santos, C.C.; Costa, F.B.; Abreu, D.C.; Silva, W.M.; Hoshide, A.K.; Gomes, F.A. L.; Pereira, U.S.; Linné, J.A.; Scalon, S.P.Q. (2023). Organic Fertilization with Biofertilizer Alters the Physical and Chemical Characteristics of Young Cladodes of Opuntia stricta (Haw.) Haw. *Sustainability*, 15, 3841. doi: https://doi.org/10.3390/su15043841

Silva, W.M.; Bianchini, A.; Amorim, R.S.S.; Couto, E.G.; Weber, O.L.S.; Hoshide, A.K.; Pereira, P.S.X.; Cremon, C.; Abreu, D.C. (2022). Soil Efflux of Carbon Dioxide in Brazilian Cerrado Wheat (Triticum aestivum L.) under Variable Soil Preparation and Irrigation. *Agriculture*, 12, 163-14. doi: https://doi.org/10.3390/agriculture12020163

Viana, J.L.; Souza, J.L.M.; Auler, A.C.; Oliveira, R.A.; Araújo, R.M.; Hoshide, A.K.; Abreu, D.C.; Silva, W.M. (2023). Water Dynamics and Hydraulic Functions in Sandy Soils: Limitations to Sugarcane Cultivation in Southern Brazil. *Sustainability*, 15, 7456. doi: https://doi.org/10.3390/su15097456

Viana, J.L.; Souza, J.L.M.; Hoshide, A.K.; Oliveira, R.A.; Abreu, D.C.; Silva, W.M. (2023). Estimating Sugarcane Yield in a Subtropical Climate Using Climatic Variables and Soil Water Storage. *Sustainability*, v. 15, p. 4360. doi: https://doi.org/10.3390/su15054360

Referencial teórico (outras literaturas consultadas)

Ascough II, J.C.; Ahuja, L.R.; Mcmaster, G.S.; Ma, L.; Andales, A.A. (2019). Agriculture Models. *Encyclopedia of Ecology*, v.2, p. 1-10.

Badgley, C., Moghtader, J., Quintero, E., Zakem, E., Chappell, M. J., Aviles-Vazquez, K., ... & Perfecto, I. (2007). Organic agriculture and the global food supply. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 22(2), 86-108. doi.org/10.1017/S1742170507001640

Bengtsson, J., Ahnström, J., & Weibull, A. C. (2005). The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, *42*(2), 261-269. https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01005.x

Bryant, J. R., & Snow, V. O. (2008). Modelling pastoral farm agro-ecosystems: a review. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, *51*(3), 349-363. https://doi.org/10.1080/00288230809510466

Feber, R. E., Johnson, P. J., Firbank, L. G., Hopkins, A., & Macdonald, D. W. (2007). A comparison of butterfly populations on organically and conventionally managed farmland. *Journal of Zoology*, *273*(1), 30-39. https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2007.00296.x

Hole, D. G., Perkins, A. J., Wilson, J. D., Alexander, I. H., Grice, P. V., & Evans, A. D. (2005). Does organic farming benefit biodiversity?. *Biological conservation*, 122(1), 113-130. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.07.018

Ikerd, J. E. (1993). The need for a system approach to sustainable agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 46(1-4), 147-160. https://doi.org/10.1016/0167-8809(93)90020-P

Knudsen, M. T., Kristensen, I. S., Berntsen, J., Petersen, B. M., & Kristensen, E. S. (2006). Estimated n leaching losses for organic and conventional farming in Denmark. *The Journal of Agricultural Science*, *144*(2), 135-149. https://doi.org/10.1017/S0021859605005812

Kropff, M. J., Bouma, J., & Jones, J. W. (2001). Systems approaches for the design of sustainable agro-ecosystems. *Agricultural systems*, *70*(2-3), 369-393. https://doi.org/10.1016/S0308-521X(01)00052-X

Li, C., Salas, W., Zhang, R., Krauter, C., Rotz, A., & Mitloehner, F. (2012). Manure-DNDC: a biogeochemical process model for quantifying greenhouse gas and ammonia emissions from livestock manure systems. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, *93*, 163-200. Doi:10.1007/s10705-012-9507-z

Mäder, P., Fliessbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P., & Niggli, U. (2002). Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science*, *296*(5573), 1694-1697. doi: 10.1126/science.1071148

Pannell, D. J. (1996). Lessons from a decade of whole-farm modeling in Western Australia. *Review of Agricultural Economics*, 373-383. Available at: https://www.jstor.org/stable/1349622

Rotz, C. A., Buckmaster, D. R., Mertens, D. R., & Black, J. R. (1989). DAFOSYM: A dairy forage system model for evaluating alternatives in forage conservation. *Journal of Dairy Science*, *72*(11), 3050-3063. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79458-3

Rotz, C. A., Corson, M. S., Chianese, D. S., Montes, F., Hafner, S. D., Jarvis, R., & Coiner, C. U. (2011). The Integrated Farm System Model. Reference Manual, Version 3.4. Pasture Systems and Watershed Management Research Unit. *Agricultural Research Service, USDA*.

Rundlöf, M., Nilsson, H., & Smith, H. G. (2008). Interacting effects of farming practice and landscape context on bumble bees. *Biological Conservation*, *141*(2), 417-426. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.10.011

Sterk, B., Van Ittersum, M. K., Leeuwis, C., Rossing, W. A. H., Van Keulen, H., & Van de Ven, G. W. J. (2006). Finding niches for whole-farm design models–contradictio in terminis?. *Agricultural Systems*, *87*(2), 211-228. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2004.11.008

Stockdale, E. A., Shepherd, M. A., Fortune, S., & Cuttle, S. P. (2002). Soil fertility in organic farming systems–fundamentally different? *Soil Use and Management*, *18*, 301-308. https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2002.tb00272.x

Stockle, C. O., Martin, S. A., & Campbell, G. S. (1994). Cropsyst, a cropping systems simulation model: water/nitrogen budgets and crop yield. *Agricultural Systems*, *46*(3), 335-359. https://doi.org/10.1016/0308-521X(94)90006-2

Syväsalo, E., Regina, K., Turtola, E., Lemola, R., & Esala, M. (2006). Fluxes of nitrous oxide and methane, and nitrogen leaching from organically and conventionally cultivated sandy soil in western finland. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *113*(1-4), 342-348. https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.10.013

Tedeschi, L. O. (2006). Assessment of the adequacy of mathematical models. *Agricultural systems*, *89*(2-3), 225-247. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2005.11.004

Livros

Abreu, D.C.; Dias, M.P.L.; Boscoli, D.Z.; Silva, W.M.; Alberto, F.P.; Martins, A.R.R.; Pinheiro, D.T. (2022). *3ª Vitrine Tecnológica Agrícola: atualidades na cultura do milho em sistema soja e milho-safrinha.* 3. ed. Cuiabá, MT: Fundação UNISELVA. v. 3. 230p.

Abreu, D.C.; Morales, M.M.; Anjos, A.F.T.; Felipe, R.T.A.; Dias, M.P.L.; Lana, R.P. (2016). *Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável das Novas Fronteiras Agrícolas.* 8. ed. Sinop, MT, Brasil. v. 1. 214p.

Abreu, D.C.; Pedrosa, L.M.; Dias, M.P.L.; Takishita, S.S.; Pires, E.M.; Matos, E.S. (2018). *1ª Vitrine Tecnológica Agrícola: culturas anuais na recuperação de pastagens.* 1. ed. Cuiabá, MT: Fundação UNISELVA. 148p.

Hoshide, A.K.; Sarkar, R.; Larkin, R.; Abreu, D.C. (2023). *Ecological intensification and sustainable intensification: Increasing benefits to and reducing impacts on the environment to improve future agricultural and food systems.* 1. ed. Lausanne: Frontiers Media S.A., 150p.

Osvaldo Sobrinho, R.; Abreu, D.C.; Dias, M.P.L.; Silva, W.M.; Santos, D.M.S.; Molossi, L.; Somavilla, A.; Baldan, A. (2021). *2ª Vitrine Tecnológica Agrícola: atualidades na pecuária de corte para Baixada Cuiabana.* 2. ed. Cuiabá, MT: Fundação UNISELVA. 272p.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Maicon Sbardella

Possui Graduação em Zootecnia pela Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, MBA em Agronegócios pelo PECEGE/USP, Especialização em A Moderna Educação (PUC) e Mestrado e Doutorado em Ciências (Ciência Animal e Pastagens) pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ / Universidade de São Paulo - USP. Atuou no Departamento Técnico da Indústria Agropecuária Santa Cruz - INACRUZ (Bolívia) com o desenvolvimento de um programa comercial de rações para leitões e assistência técnica em suinocultura e avicultura. Atuou como Consultor Técnico em Nutrição na Cargill Alimentos / Nutron com formulação de dietas e programas de alimentação para suínos e desenvolvimento de soluções para nutrição de suínos. Atualmente é Professor Adjunto da Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT - Câmpus Universitário de Sinop, ocupando a posição de Coordenador do Programa de Pós-graduação em Zootecnia (janeiro/2022 até o presente). Tem experiência na área de Zootecnia, com ênfase em nutrição e alimentação de não-ruminantes/suínos. Scopus Author ID 54912983700 (H-index 7) | Web of Science ResearcherID G-3616-2012 | Orcid 0000-0001-9322-2072
Lattes: http://lattes.cnpq.br/3766874594044562

Leonardo Willian de Freitas

Técnico em Pecuária pela ETE Prof. Dr. Antônio Eufrásio de Toledo Presidente Prudente-SP (2003). Graduado em Zootecnia pela Universidade Federal da Grande Dourados-MS (2010). Mestrado em Ciências, área de concentração: Ciência Animal e pastagens - Nutrição de não ruminantes (Avicultura) pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ, da Universidade de São Paulo - USP (2013). Doutorado em Zootecnia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ (2019). Tem experiência na área de Zootecnia, com ênfase em Nutrição, Alimentação e produção de Aves, atuando principalmente nos seguintes temas: nutrição e alimentação de aves de postura e de corte.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/2138340426117569

Carla Silva Chaves

Bacharel em Zootecnia pelo IFMG - *Campus* Bambuí, Mestre em Zootecnia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Diamantina,MG, com linha de pesquisa em Forragicultura e Pastagens. Doutorado em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa, com linha de pesquisa em Forragicultura e

Pastagens. Trabalhou como Assistente Comercial na Vitaminas - Indústria Mineira de Rações e também como promotora de Vendas da linha de homeopatia da Minerphos. Foi instrutora de cursos do Pronatec pelo Senar Goías nas áreas de Bovinocultura de Leite, de corte e forragicultura no estado de Goiás. Experiência em manejo de pastagens e produção de bovinos leiteiros. Atuou como professora de Zootecnia do curso de Técnico em Agropecuária na Escola Técnica Estadual de Educação Profissional e Tecnológica de Sinop-MT. Hoje trabalha como pesquisadora de Pós-Doutorado na Universidade Federal do Mato-Grosso, *campus* Sinop.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/0705728680478091

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aditivo: 128, 130, 138, 139

B

Biomassa: 104, 128, 134, 136

C

Capim Piatã: 128, 137, 138, 139, 140

Coturnix Coturnix Japonica: 25, 26

Criação: 13, 15, 16, 18, 19, 25, 30, 60, 84, 86, 87, 145, 148, 149, 151, 152, 153, 154

Cultivo: 74, 107, 145, 147, 149, 150, 151, 152, 153, 154

D

Diversificação: 104, 106, 117, 119

E

Energia Metabolizável: 25, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 45, 47, 48, 49, 50, 53, 55, 58, 60, 63, 76, 78, 83

Exigências Nutricionais: 25, 39, 83, 91, 92, 96, 97

G

Glutamina: 25, 27, 28, 29, 30, 31, 37, 38, 39

I

Inoculação: 104, 108, 111, 112, 113, 122

Inovação: 14, 18, 69, 72, 73, 86, 87, 144, 155, 160

Integração de Sistemas: 145, 152, 153

Intensificação Sustentável: 111, 144, 145, 149, 152, 153, 154

L

Lisina Digestível: 25, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38

M

Metano: 92, 94, 97, 98, 99, 133, 151

Modelagem: 18, 92, 95, 104, 107, 114, 122, 145, 148, 149, 150, 155

Modelagem Computacional: 145, 148, 155

Monogástricos: 16, 17, 39, 69, 71, 72, 76, 77, 86, 87, 88

P

pós-Graduação: 12, 13, 14, 15, 18, 19, 22, 43, 65, 69, 72, 86, 89, 98, 100, 104, 128, 131, 145

S

Sorgo: 41, 50, 51, 52, 64, 66, 97, 99, 124, 128, 130, 131, 134, 135, 136, 137, 140, 141, 142, 143

Sustentabilidade: 20, 43, 69, 72, 73, 75, 79, 83, 87, 96, 103, 104, 106, 108, 111, 113, 122, 149, 153, 154, 155, 156

Sustentabilidade: 20, 43, 69, 72, 73, 75, 79, 83, 87, 96, 103, 104, 106, 108, 111, 113, 122, 149, 153, 154, 155, 156

T

Trajetória: 12

Transferência de Tecnologia: 21, 69, 73

U

Urochloa Brizantha: 109, 128, 129, 130, 137, 138

Z

Zootecnia: 12, 13, 14, 15, 19, 20, 38, 39, 43, 45, 65, 66, 69, 71, 72, 86, 88, 89, 90, 98, 99, 100, 104, 128, 129, 130, 131, 141, 142, 145, 147, 156, 157

científica digital

ISBN 978-655360825-2

VENDA PROIBIDA - ACESSO LIVRE - OPEN ACCESS

www.editoracientifica.com.br | contato@editoracientifica.com.br