

ROSEMARY LAÍS GALATI
(Organizadora)



Alimentos Alimentación

ROSEMARY LAÍS GALATI
(Organizadora)

Alimentos Alimentación

1ª EDIÇÃO

editora

científica digital

2021 - GUARUJÁ - SP

editora

científica digital

EDITORIA CIENTÍFICA DIGITAL LTDA

Guarujá - São Paulo - Brasil

www.editoracientifica.org - contato@editoracientifica.org

Diagramação e arte

Equipe editorial

Imagens da capa

Adobe Stock - licensed by Editora Científica Digital -

2021

Revis

ão

Os autores

Parecer e revisão por pares

2021 by Editora Científica Digital

Copyright© 2021 Editora Científica

Digital Copyright do Texto © 2021 Os

Autores

Copyright da Edição © 2021 Editora Científica

Digital Acesso Livre - Open Access

Os textos que compõem esta obra foram submetidos para avaliação do Conselho Editorial da Editora Científica Digital, bem como revisados por pares, sendo indicados para a publicação.

O conteúdo dos capítulos e seus dados e sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. É permitido o download e compartilhamento desta obra desde que no formato Acesso Livre (Open Access) com os créditos atribuídos aos respectivos autores, mas sem a possibilidade de alteração de nenhuma forma ou utilização para fins comerciais.



Esta obra está licenciado com uma Licença Creative Commons Atribuição-Não Comercial-Sem

Derivações 4.0

Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

A411 Alimentos e alimentação animal / Organizadora Rosemary Laís Galati. – Guarujá, SP: Científica Digital, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-65-5360-014-0

DOI 10.37885/978-65-5360-014-0

1. Nutrição animal. I. Galati, Rosemary Laís.

E-BOOK

ACESSO LIVRE ON LINE - IMPRESSÃO PROIBIDA

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422 CDD 636 2021

CORPO EDITORIAL

Direção Editorial

Reinaldo Cardoso

João Batista Quintela

Editor Científico

Prof. Dr. Robson José de Oliveira

Assistentes Editoriais

Erick Braga Freire

Bianca Moreira

Sandra Cardoso

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior - CRB6/2422

Jurídico

Dr. Alandelson Cardoso Lima - OAB/SP - 307852

CONSELHO EDITORIAL MESTRES, MESTRAS, DOUTORES E DOUTORAS

editora

Robson José de Oliveira

Universidade Federal do Piauí, Brasil

Eloisa Rosotti Navarro

Universidade Federal de São Carlos, Brasil

Rogério de Melo Grillo

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Carlos Alberto Martins Cordeiro

Universidade Federal do Pará, Brasil

Ernane Rosa Martins

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás,
Brasil

Rossano Sartori Dal Molin

FSG Centro Universitário, Brasil

Domingos Bombo Damião

Universidade Agostinho Neto, Angola

Carlos Alexandre Oelke

Universidade Federal do Pampa, Brasil

Patrício Francisco da Silva

Universidade CEUMA, Brasil

Reinaldo Eduardo da Silva Sales

Instituto Federal do Pará, Brasil

Dalízia Amaral Cruz

Universidade Federal do Pará, Brasil

Susana Jorge Ferreira

Universidade de Évora, Portugal

Fabricio Gomes Gonçalves

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Erival Gonçalves Prata

Universidade Federal do Pará, Brasil

Gevair Campos

Faculdade CNEC Unaí, Brasil

Flávio Aparecido De Almeida

Faculdade Unida de Vitória, Brasil

Mauro Vinicius Dutra Girão

Clóvis Luciano Giacomet

Universidade Federal do Amapá, Brasil

Giovanna Moraes

Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

André Cutrim Carvalho

Universidade Federal do Pará, Brasil

Silvani Verruck

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Auristela Correa Castro

Universidade Federal do Pará, Brasil

Osvaldo Contador Junior

Faculdade de Tecnologia de Jahu, Brasil

Claudia Maria Rinhel-Silva

Universidade Paulista, Brasil

Dennis Soares Leite

Universidade de São Paulo, Brasil

Silvana Lima Vieira

Universidade do Estado da Bahia, Brasil

Cristina Berger Fadel

Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil

Graciete Barros Silva

Universidade Estadual de Roraima, Brasil

Juliana Campos Pinheiro

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Cristiano Marins

Universidade Federal Fluminense, Brasil

Silvio Almeida Junior

Universidade de Franca, Brasil

Raimundo Nonato Ferreira Do Nascimento

Universidade Federal do Piauí, Brasil

Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva

Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de
Vitória, Brasil

Carlos Roberto de Lima

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

científica digital

CONSELHO EDITORIAL

Daniel Luciano Gevehr

Faculdades Integradas de Taquara, Brasil

Pedro Afonso Cortez

Maria Cristina Zago

Centro Universitário UNIFAAT, Brasil

Wesley Viana Evangelista

Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil

Samylla Maira Costa Siqueira

Universidade Federal da Bahia, Brasil

Gloria Maria de Franca

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Antônio Marcos Mota Miranda

Instituto Evandro Chagas, Brasil

Carla da Silva Sousa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Brasil

Dennys Ramon de Melo Fernandes Almeida

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Francisco de Sousa Lima

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Brasil

Reginaldo da Silva Sales

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Brasil

Mário Celso Neves De Andrade

Universidade de São Paulo, Brasil

Maria do Carmo de Sousa

Universidade Federal de São Carlos, Brasil

Mauro Luiz Costa Campello

Universidade Paulista, Brasil

Sayonara Cotrim Sabioni

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Baiano, Brasil

Ricardo Pereira Sepini

Universidade Federal de São João Del-Rei, Brasil

Flávio Campos de Moraes

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

Sonia Aparecida Cabral

Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, Brasil

Jonatas Brito de Alencar Neto

Universidade Federal do Ceará, Brasil

Moisés de Souza Mendonça

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Brasil editora

Universidade Metodista de São Paulo, Brasil

Iara Margolis Ribeiro

Universidade do Minho, Brasil

Juliano Pizzano Ayoub

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil

Vitor Afonso Hoeflich

Universidade Federal do Paraná, Brasil

Bianca Anacleto Araújo de Sousa

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

Bianca Cerqueira Martins

Universidade Federal do Acre, Brasil

Daniela Remião de Macedo

Faculdade de Belas Artes da Universidade de Lisboa, Portugal

Dioniso de Souza Sampaio

Universidade Federal do Pará, Brasil

Rosemary Laís Galati

Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

Maria Fernanda Soares Queiroz

Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

Leonardo Augusto Couto Finelli

Universidade Estadual de Montes Claros, Brasil

Thais Ranielle Souza de Oliveira

Centro Universitário Euroamericano, Brasil

Alessandra de Souza Martins

Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil

Claudioimir da Silva Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas, Brasil

Fabício dos Santos Ritá

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas, Brasil

Danielly de Sousa Nóbrega

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre, Brasil

Livia Fernandes dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre, Brasil

Liege Coutinho Goulart Dornellas

Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil

Ticiano Azevedo Bastos

Secretaria de Estado da Educação de MG, Brasil

científica digital

CONSELHO EDITORIAL

Walmir Fernandes Pereira

Xaene Maria Fernandes Mendonça

Miami University of Science and Technology, Estados Unidos da América

Jónata Ferreira De Moura

Universidade Federal do Maranhão, Brasil

Camila de Moura Vogt

Universidade Federal do Pará, Brasil

José Martins Juliano Eustaquio

Universidade de Uberaba, Brasil

Adriana Leite de Andrade

Universidade Católica de Petrópolis, Brasil

Francisco Carlos Alberto Fonteles Holanda

Universidade Federal do Pará, Brasil

Bruna Almeida da Silva

Universidade do Estado do Pará, Brasil

Glecia Simone Gonçalves Rosa Pacheco

Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Brasil

Ronei Aparecido Barbosa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas, Brasil

Julio Onésio Ferreira Melo

Universidade Federal de São João Del Rei, Brasil

Juliano José Corbi

Universidade de São Paulo, Brasil

Thadeu Borges Souza Santos

Universidade do Estado da Bahia, Brasil

Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho

Universidade Federal do Cariri, Brasil

Francine Náthalie Ferraresi Rodriguess Queluz

Universidade São Francisco, Brasil

Maria Luzete Costa Cavalcante

Universidade Federal do Ceará, Brasil

Luciane Martins de Oliveira Matos

Faculdade do Ensino Superior de Linhares, Brasil

Rosenery Pimentel Nascimento

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Irlane Maia de Oliveira

Universidade Federal do Amazonas, Brasil

Lívia Silveira Duarte Aquino

Universidade Federal do Cariri, Brasil

editora

Universidade Federal do Pará, Brasil

Thaís de Oliveira Carvalho Granado Santos

Universidade Federal do Pará, Brasil

Fábio Ferreira de Carvalho Junior

Fundação Getúlio Vargas, Brasil

Anderson Nunes Lopes

Universidade Luterana do Brasil, Brasil

Carlos Alberto da Silva

Universidade Federal do Ceará, Brasil

Keila de Souza Silva

Universidade Estadual de Maringá, Brasil

Francisco das Chagas Alves do Nascimento

Universidade Federal do Pará, Brasil

Réia Sílvia Lemos da Costa e Silva Gomes

Universidade Federal do Pará, Brasil

Arinaldo Pereira Silva

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil

Laís Conceição Tavares

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Brasil

Ana Maria Aguiar Frias

Universidade de Évora, Brasil

Willian Douglas Guilherme

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

Evaldo Martins da Silva

Universidade Federal do Pará, Brasil

Biano Alves de Melo Neto

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Brasil

Antônio Bernardo Mendes de Seixá da Providência

Santarém Universidade do Minho, Portugal

Valdemir Pereira de Sousa

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Sheylla Susan Moreira da Silva de Almeida

Universidade Federal do Amapá, Brasil

Miriam Aparecida Rosa

Instituto Federal do Sul de Minas, Brasil

Rayme Tiago Rodrigues Costa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Brasil

científica digital

CONSELHO EDITORIAL

Priscyla Lima de Andrade

Centro Universitário UniFBV, Brasil

Andre Muniz Afonso

Universidade Federal do Paraná, Brasil

Marcel Ricardo Nogueira de Oliveira

Universidade Estadual do Centro Oeste, Brasil

Gabriel Jesus Alves de Melo

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Brasil

Deise Keller Cavalcante

Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro

Larissa Carvalho de Sousa

Instituto Politécnico de Coimbra, Portugal

Susimeire Vivien Rosotti de Andrade

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil

Daniel dos Reis Pedrosa

Instituto Federal de Minas Gerais, Brasil

Wiaslan Figueiredo Martins

Instituto Federal Goiano, Brasil

Lênio José Guerreiro de Faria

Universidade Federal do Pará, Brasil

Tamara Rocha dos Santos

Universidade Federal de Goiás, Brasil

Marcos Vinicius Winckler Caldeira

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Elisangela Lima Andrade

Gustavo Soares de Souza

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Brasil

Adriana Cristina Bordignon

Universidade Federal do Maranhão, Brasil

Norma Suely Evangelista-Barreto

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil

Larry Oscar Chañi Paucar

Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Peru

Pedro Andrés Chira Oliva

Universidade Federal do Pará, Brasil

Daniel Augusto da Silva

Fundação Educacional do Município de Assis, Brasil

Aleteia Hummes Thaines

Faculdades Integradas de Taquara, Brasil

editora

Universidade Federal do Pará, Brasil

Reinaldo Pacheco Santos

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil

Cláudia Catarina Agostinho

Hospital Lusíadas Lisboa, Portugal

Carla Cristina Bauermann Brasil

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Humberto Costa

Universidade Federal do Paraná, Brasil

Ana Paula Felipe Ferreira da Silva

Universidade Potiguar, Brasil

Ernane José Xavier Costa

Universidade de São Paulo, Brasil

Fabricia Zanelato Bertolde

Universidade Estadual de Santa Cruz, Brasil

Eliomar Viana Amorim

Universidade Estadual de Santa Cruz, Brasil

científica digital

APRESENTAÇÃO

Esta obra constituiu-se a partir de um processo colaborativo entre docentes, estudantes e pesquisadores. Resulta, também, de movimentos interinstitucionais de ação e incentivo à pesquisa que congregam pesquisadores de diferentes Instituições de ensino e pesquisa. O livro aborda alguns aspectos relacionados ao tema Alimentação e Alimentação, e instiga profissionais a buscar melhorias na produção a partir do uso de alimentos tradicionais ou alternativos, com redução de custos e obtenção de proteína animal de qualidade. Agradecemos aos autores pelo empenho, disponibilidade e dedicatória para o desenvolvimento e conclusão dessa obra. Esperamos que o livro Aliment

ose Alimentação, seja apenas o primeiro de muitos, e que sirva de instrumento didático-pedagógico para estudantes, professores dos diversos níveis de ensino em seus trabalhos e de mais interessados pela temática.

Rosemary Laís Galati

SUMÁRIO

CAPÍTULO 01

ASPECTOS NUTRICIONAIS E MANEJO ALIMENTAR DO PIRARUCU (ARAPAIMA GIGAS)

Kárita Fernanda da Silva Lira; Luan Shinhiti Kajikawa; Sidney dos Santos Silva; Márcio Aquio Hoshiba

' 10.37885/21090628712

CAPÍTULO 02

CARACTERIZAÇÃO BROMATOLÓGICA DAS FOLHAS DA MIMOSA CAESALPINIIFOLIA BENTH (SABIÁ) NO ESTADO DO MARANHÃO, BRASIL

Raimundo Moraes dos Santos; Danilo Rodrigues Barros Brito; Christoph Gehring; Livio Martins Costa Júnior; Ellen Cristina Vale Silva; Maria Elisabeth Detert; Dauana Mesquita Sousa; Helder Louvandini

' 10.37885/21080590325

CAPÍTULO 03

FORAGE MANAGEMENT INTO BEEF CATTLE PRODUCTION HELPING TO FARM OWNER DECISIONS

Mariana Vieira Azenha; Fernando Ongaratto; Abmael da Silva Cardoso; Daniel Rume Casagrande; Eliéder Prates Romanzini; Bruno Ramalho Vieira; Ricardo Andrade Reis; Ana Cláudia Ruggieri

' 10.37885/21070536041

CAPÍTULO 04

MINERAIS ORGÂNICOS NA NUTRIÇÃO DE SUÍNOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Marcos Speroni Ceron; Carlos Augusto Rigon Rossi; Henrique da Costa Mendes Muniz; Vladimir de Oliveira; Alexandre de Mello Kessler; Bruno Neutzling Fraga; Daniela Regina Klein; Michael Silveira Reis; Carlos Eduardo Botega

' 10.37885/21080588252

CAPÍTULO 05

MONITORAMENTO DO NITROGÊNIO URÉICO NO LEITE: NUTRIÇÃO ANIMAL, QUALIDADE AMBIENTAL E DO LEITE

Luciana dos Reis Valadão; Karyne Oliveira Coelho; Edmar Soares Nicolau; Rodrigo Balduino Soares Neves '

10.37885/210906099 68

CAPÍTULO 06

PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA A ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS

Mauro Wagner de Oliveira; Christiano Nascif; Manoel Gomes Pereira; Thiago Camacho Rodrigues; Terezinha Bezerra Albino Oliveira; Rogério Jacinto Gomes; Dalmo de Freitas Santos

' 10.37885/21080574481

SUMÁRIO

CAPÍTULO 07

QUALIDADE DAS FARINHAS DE ORIGEM ANIMAL UTILIZADAS EM RAÇÕES AVÍCOLAS: UM REFERENCIAL

TEÓRICO Cleriston Andrade Machado; Felipe Dilelis; Cristina Amorim Ribeiro de Lima

' 10.37885/210504811.....118

CAPÍTULO 08

RAÇÃO PARA NÃO RUMINANTES EM UMA FÁBRICA SOB SERVIÇO DE INSPEÇÃO FEDERAL NO ESTADO DO MARANHÃO: UMA ABORDAGEM PRODUTIVA

Karen Regina Silveiro Mousinho; Pedro Louzeiro Pavão; Marcelo de Abreu Falcão; Maria Inez Fernandes Carneiro; Hamilton Pereira Santos; Danilo Cutrim Bezerra; Viviane Correa da Silva Coimbra; Nancyleni Pinto Chaves Bezerra

' 10.37885/211006392140

CAPÍTULO 09

RESÍDUO DE BISCOITO NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS: UM REFERENCIAL TEÓRICO

Sandra Roseli Valerio Lana; Geraldo Roberto Quintão Lana; Ana Patrícia Alves Leão; Romilton Ferreira de Barros Júnior '

10.37885/210705353.....153

SOBRE O ORGANIZADORA

.....162 **ÍNDICE REMISSIVO**

.....163

Aspectos nutricionais e manejo alimentar do pirarucu (*Arapaima gigas*)

Kárita Fernanda da Silva Lira
UFMT

Luan Shinhiti Kajikawa
UFMT

Sidney dos Santos Silva
UFMG

Márcio Aquio Hoshiba
UFMT

RESUMO

O pirarucu (*Arapaima gigas*), considerado o maior peixe de escama de água doce, possui características que atraem o seu consumo e consequentemente sua produção. No entanto, um dos maiores entraves na criação dessa espécie é o custo elevado com ração, principalmente devido a inclusão de alto teor de proteína de origem animal. Na literatura, ainda são poucos os trabalhos que abordam as pesquisas realizadas na área, para que assim possam ser desenvolvidas dietas balanceadas atendendo todas as exigências do pirarucu em suas diferentes fases. Neste intuito, este trabalho tem como objetivo apresentar um compilado de conhecimentos referentes a nutrição e a alimentação do pirarucu, a fim de facilitar o entendimento dos hábitos alimentares da espécie e auxiliar o desenvolvimento de pesquisas futuras. Ainda há grande carência de estudos que demonstrem exigências de proteína, energia, aminoácidos, vitaminas, minerais e ácidos graxos para as diferentes fases de desenvolvimento da espécie. Porém, é possível observar o incremento de novas tecnologias na produção de pirarucu em cativeiro.

Palavras-chave: Dieta, Exigência Nutricional, Peixe Nativo, Piscicultura. **13**

INTRODUÇÃO

Alimentos e Alimentação Animal

O *Arapaima gigas*, considerado o maior peixe de escama de água doce do mundo,

pertence à família Arapaimatidae, inserido na ordem dos Osteoglossiformes. É denominado popularmente de pirarucu, palavra de origem indígena, sendo a união de “pira” (peixe) e “urucu” (vermelho), em referência a coloração de suas escamas (FONTENELLE, 1948; CARDOSO, 2015). É um peixe endêmico da Bacia Amazônica, podendo ser encontrado tanto no Brasil como no Peru, Colômbia e Guiana (RIBEIRO, 2008).

O pirarucu pode alcançar de 2 a 3 metros de comprimento e pesar aproximadamente 200 quilos em ambiente natural (ONO et al., 2004). Em cativeiro pode chegar a pesar cerca de 10 kg já no primeiro ano de cultivo, tendo um rendimento de carne de 57% do peso vivo (IMBIRIBA, 2001). Além do alto rendimento de carcaça, possui características como a ausência de espinhos intramusculares, textura firme, sabor suave e uma porcentagem de proteína de 17,55% no lombo e 14,93% na costela, demonstrando assim, sua alta qualidade e saudabilidade (SOUZA et al., 2015). Outros atributos do pirarucu são: a presença de escamas grandes, utilizadas para a produção de artesanatos e o couro que pode ser aproveitado pela indústria de curtume.

O pirarucu é um peixe de águas “quentes”, tolera temperaturas entre 24 e 31°C, alcançando melhores resultados em águas com temperatura entre 28 e 30°C (ITUASSÚ, 2002). Sendo assim explicado o sucesso desta espécie na região norte do país, onde em 2019, foi produzido em 2 051 estabelecimentos, representando 63,18% dos locais de produção nacional (PEIXE BR, 2020).

A disseminação da criação dessa espécie apresenta um grande potencial devido às suas características produtivas, a rusticidade apresentada pela capacidade de respiração aérea advinda da bexiga natatória modificada em pulmão possibilitando que essa espécie capture o ar atmosférico (IMBIRIBA, 2001; ONO e KEHDI, 2013). Além disso, mesmo sendo uma espécie de hábito alimentar carnívoro, não costumam praticar o canibalismo, tendo assim bons índices de sobrevivência de alevinos e fácil condicionamento ao arraçoamento (IMBIRIBA, 1991; ONO et al., 2004).

Os principais entraves para a produção estão relacionados às dificuldades no domínio da técnica de reprodução, o que dificulta o fornecimento regular de alevinos para abastecer as estações de piscicultura, e o custo elevado com ração, principalmente devido à inclusão de alto teor de proteína de origem animal (ONO, 2007; RIBEIRO, 2008).

Os custos com a alimentação em uma piscicultura podem chegar a 60% dos custos totais (SCORVO-FILHO, 2010), por isso o conhecimento dos hábitos alimentares e exigência nutricional da espécie podem melhorar os indicadores de desempenho zootécnico e diminuir os custos com

arraçoamento. Portanto, diante do exposto, este trabalho tem como objetivo **14**

Alimentos e Alimentação Animal

compilar conhecimentos referentes a nutrição e a alimentação do pirarucu (*Arapaima gigas*), a fim de facilitar o entendimento dos hábitos alimentares desta espécie e auxiliar a realização de pesquisas futuras.

CARACTERÍSTICAS DA ESPÉCIE

A anatomia e as características histológicas do trato digestivo do pirarucu são

semelhantes a outros teleósteos carnívoros e permitem a espécie ingerir, armazenar e digerir grandes itens alimentares, conforme relatado por Rodrigues e Cargnin-Ferreira (2017) ao analisar três classes de tamanho de juvenis de pirarucu comercial (peso médio de 3,33; 72,07 e 1.328,10 g). O desenvolvimento da morfologia e espessura do aparelho digestivo aumentou conforme o tamanho do pirarucu, apresentando um coeficiente intestinal de 0,94 na classe I, 1,00 na classe II e 1,30 na classe III. O estômago em forma de J é bastante musculoso e distensível, possuindo duas regiões anatomicamente e histologicamente distintas: o corpus, região proximal caracterizada pelo maior tamanho e mucosa dobrada; e a piloro, região distal, que é relativamente mais muscular e com dobras mais rasas.

Ao analisarem o conteúdo estomacal de juvenis de pirarucu, presentes no lago Quatro Bocas em Araguaiana no estado de Mato Grosso, Oliveira et al. (2005) verificaram a presença de detritos orgânicos, moluscos, crustáceos, insetos inteiros e pedaços de insetos. Também foi observado o pequeno consumo de detritos vegetais, sementes e partículas inorgânicas com porções de areia fina, demonstrando a capacidade dos indivíduos de capturar alimento próximo ao fundo da coluna d'água. Além disso, os autores também verificaram que apenas um dos peixes amostrados foi capaz de ingerir pequenos peixes.

Segundo Ono e Kehdi (2013), em sistemas de produção extensiva de pirarucu, a alimentação adotada baseia-se em peixes forrageiros vivos de baixo valor comercial, resíduos in natura de pescados e de animais terrestres, sendo esse modelo economicamente inviável, além de apresentar uma série de restrições nos âmbitos sanitário e ambiental. No entanto, vale ressaltar que esse cenário tem sido alterado devido a utilização de rações balanceadas de alta qualidade.

Por se tratar de uma espécie de hábito alimentar carnívoro, o pirarucu em sua fase inicial de desenvolvimento, necessita de um treinamento alimentar para que a transição entre alimento úmido e seco aconteça de forma eficiente, sendo então adotadas estratégias como a utilização de alimento vivo ou peixe moído (CAVERO, 2003; SOUZA, 2015).

TREINAMENTO ALIMENTAR

O canibalismo entre os alevinos de pirarucu durante o condicionamento alimentar é baixo quando comparado ao observado em outras espécies de peixes carnívoros, no entanto, em condições de ausência de alimentos podem ocorrer agressões entre os indivíduos (ONO et al., 2004).

Para realizar o treinamento dos alevinos de pirarucu, Caverro et al. (2003) testaram dois tipos de alimentos vivos (náuplios de artêmia e zooplâncton) para animais com peso médio de 1,5 g. Os peixes foram alimentados seis vezes ao dia, sendo realizada três fases de treinamento: a primeira consistiu em fornecer o alimento vivo diluído em água, já na se

gunda etapa, junto com o alimento vivo, introduziu-se gradativamente a ração (1; 2 e 3% da biomassa dos peixes) e na terceira fase os peixes foram alimentados apenas com ração até a saciedade. Os autores observaram alta sobrevivência, sendo 99% para os alimentados com artêmia e 99,8% para aqueles alimentados com zooplâncton.

Outro treinamento alimentar foi realizado por Souza et al. (2015) com pirarucu com peso médio de 15,8 g, no qual foram feitas substituições graduais da dieta a cada 2, 3, 4 e 5 dias. Realizou-se o fornecimento exclusivamente de alimento úmido de alta palatabilidade (peixe moído), com substituição gradual por dieta formulada seca. Os resultados obtidos permitiram observar que o condicionamento à alimentação com dieta formulada seca promove maiores taxas de crescimento específico quando realizado substituições graduais a cada 2 e 3 dias.

FREQUÊNCIA ALIMENTAR

A frequência alimentar é um importante indicador e deve-se ser determinada especificamente para cada espécie, uma vez que se realizado em frequências maiores, pode onerar de forma desvantajosa o sistema produtivo. Crescêncio (2005) analisou o desempenho de peixes submetidos a alimentação diurna (9 e 15h), noturna (21 e 3h) e contínua (9; 15; 21 e 3h), e observou que os pirarucus alimentados continuamente, apresentaram maiores ganhos de peso e biomassa, taxa de crescimento específico e consumo total. Enquanto que os peixes alimentados apenas durante o período diurno e os que recebiam alimento apenas a noite apresentaram ganho de peso semelhante, porém, a alimentação diurna apresentou a melhor conversão alimentar.

Ao analisar a frequência alimentar de pirarucu, Rodrigues et al. (2019) recomendaram que a alimentação fosse feita 3 a 4 vezes ao dia, após observarem que com essa frequência alimentar, os animais apresentaram maior ingestão alimentar, maior crescimento muscular e acúmulo de gordura corporal. Ainda neste mesmo trabalho, os autores também verificaram que a alimentação apenas 1 vez ao dia pode resultar em comportamento hiperfágico.

16

Alimentos e Alimentação Animal

Já Medeiros et al. (2018), ao analisarem alevinos submetidos a três frequências alimentares (2x/dia, 3x/dia e 4x/dia) durante 15 dias experimentais, não encontraram diferença significativa entre os parâmetros de peso final, ganho de peso e conversão alimentar. O mesmo foi observado por Gandra et al. (2007) ao testarem a alimentação de juvenis de pirarucu com peso médio inicial de 1.074,0 g, com fornecimento de ração todos os dias ou em dias alternados, verificaram que os animais alimentados duas vezes ao dia obtiveram maior ganho de peso e peso final. Pedrosa et al. (2018), também constataram que o fornecimento de ração duas vezes ao dia é suficiente para a espécie, após avaliarem a alimentação até saciedade aparente 2 vezes ao dia, alimentação até saciedade aparente 3 vezes ao dia e alimentação em taxas fixas (2% do peso corporal/dia) 2 vezes ao dia.

TAXA DE ARRAÇOAMENTO

A taxa de arração deve ser controlada durante todo o ciclo de produção, pois os animais devem se alimentar de forma que apresentem o melhor desempenho, sem haver desperdícios. Por isso, a quantidade de alimento a ser fornecida leva em consideração a porcentagem de peso vivo do animal sendo ajustada de acordo com o crescimento.

Segundo Rodrigues (2015), o pirarucu tem uma variação de 7 a 1% na taxa de arração, conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1. Taxa de alimentação para recria e engorda.

Peso (g)	Dias de engorda	Taxa de alimentação (%)
15- 100	30	7-5
100- 500	60	5-4
500- 1000	100	4-3
1000- 5000	235	3-2
5000 – 12000	420	2-1

Fonte: Adaptada de Rodrigues (2015).

Os dados acima corroboram com os encontrados por Cardoso (2015), que ao testarem as taxas de arração de 4, 5, 6, 7 e 8% do peso vivo, em pirarucus com peso médio inicial de 481,2 g e peso médio final de 1259,5g, concluíram que não houve diferenças significativas entre as taxas de arração quanto as variáveis de desempenho, sendo recomendado o arração com 4% de peso vivo devido aos menores custos. Enquanto que para a fase adulta, Rodrigues (2015) recomenda que a taxa de arração permaneça entre 0,5% e 1,0% do peso vivo do animal.

EXIGÊNCIA EM PROTEÍNA BRUTA E ENERGIA

No experimento realizado por Ituassú (2002) foram testadas quatro rações com diferentes níveis de proteína bruta (30; 36; 42 e 48%). Ao final do período experimental, os autores verificaram que os animais alimentados com 48% obtiveram maior ganho de peso (235,7 g) quando comparado com os animais alimentados com níveis de 42% (141,9g), 36% (109,3g) e 30% de PB (119,3g).

Medeiros (2014) utilizou dietas contendo 37,4; 40,8; 43,9; 45,5 e 47,1% de proteína bruta e 4036,385 kcal; 4411,808 kcal, 4551,015 kcal, 4870,216 kcal, 5021,143 kcal de energia digestível, respectivamente, para alimentar pirarucus na fase de engorda com peso médio inicial de 220 g. Após o período experimental, os autores observaram que a utilização de 37,4% de PB e 4036,385 kcal na ração proporcionou maior aproveitamento proteico, menor custo de ração e menor concentração de gordura no filé.

Lopes (2015), avaliou o efeito de mudanças de manejo durante o período experimental. Para isso, os animais com peso médio inicial de 500 g foram alimentados por 110 dias com uma dieta contendo níveis de proteína bruta de 36; 38; 40; 42 e 45%, seguidos de redução nos níveis de proteína bruta nas rações para 32; 34; 36 38 e 40%, respectivamente. Nesse

trabalho, os autores verificaram que os peixes alimentados com 40% de PB e posteriormente com 36% PB, obtiveram maior ganho de peso (9076,67 g), peso Anal (9584,21 g) e comprimento Anal (101,50 cm), sendo os menores resultados zootécnicos obtidos para os animais submetidos a dieta inicial com 45% de PB e em seguida com 40% de PB, com o ganho de peso de 6714,33g e peso Anal de 7207,27g.

Castilho et al. (2012) também testou diferentes níveis de proteína bruta (36; 39; 42; 45 e 48%) na alimentação de pirarucus com peso médio de 68,75g, constatando que o nível mínimo de proteína bruta na ração, responsável por proporcionar maior desempenho zootécnico e condição fisiológica dos juvenis foi de 44,9% de PB. Da mesma forma, Del Risco et al. (2008), utilizaram dietas testando níveis de proteína bruta de 35; 40 e 45% em animais com peso médio inicial de 86,84 g e concluíram que o maior peso Anal foi obtido nos animais alimentados com 40% de proteína bruta com 470,5 g, seguido dos animais alimentados com 45% de PB (peso Anal = 454,4g) e os animais alimentados com 35% de PB (peso Anal = 293,6g).

Ono et al. (2008). ao avaliarem juvenis com peso médio de 96,8 g submetidos a dietas contendo duas fontes de energia não proteica (óleo de soja e gordura de aves) e quatro níveis de proteína bruta (PB) e energia digestível (ED): 36,3% PB e 4021 kcal ED; 40,0% PB e 4022 kcal ED; 43,9% PB e 3965kcal ED; e 48,0% PB e 3858 kcal ED, verificaram maior coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e extrativo não nitrogenado quando os peixes foram

alimentados com ração contendo 36,3% de PB e 4021 **18**

Alimentos e Alimentação Animal

kcal de ED, seguido por 40% de PB e 4022 kcal de ED, e 48,0% de PB e 3858 kcal ED. Enquanto que os tratamentos alimentados com óleo de soja apresentaram maior coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo (98,5%) quando comparado com o uso de gordura de aves (97,7%).

A utilização de ingredientes não convencionais na dieta de pirarucu pode ser uma alternativa para diminuição dos custos da ração. Neste contexto, as pesquisas visando a utilização de óleos vegetais na dieta estende-se além do óleo de soja. A utilização mais promissora é a do *Ocimum basilicum*, conhecido popularmente como manjerição-de-folha-larga. Esse composto na proporção de 2,0 mL/kg na dieta pode elevar no plasma, os níveis de proteínas totais e albumina, sendo essa condição fisiológica um indicativo de melhora no estado nutricional (CHUNG et al., 2020).

Outras pesquisas têm sido realizadas para tentar introduzir diferentes alimentos de origem vegetal na dieta de pirarucu com o intuito de diminuir o custo da ração. Cipriano et al. (2016) testou a substituição de 30% dos alimentos referência pelos ingredientes testes: farinha de carne e osso (FCO), farinha de peixe (FP), farinha de penas hidrolisada (FPH), farinha de subprodutos de aves (FSA), farelo de soja (FS) e farinha de glúten de milho (FGM). Os resultados indicaram que o coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta foi superior para ingredientes de origem animal (FSA 96,2%; FP 89,1%; FPH 83,3% e FCO 75,4%), quando comparados aos valores obtidos para os ingredientes de origem vegetal (FGM 59,8% e FS 58,0%). Dessa forma, é possível concluir que o pirarucu é capaz de utilizar as fontes proteicas de origem vegetal, porém, tem preferência pelos ingredientes

de origem animal. De forma semelhante, Santos-Cipriano et al. (2015) observaram que o pirarucu exibiu maior capacidade de utilização da proteína de milho e amido de milho, embora a espécie não fosse capaz de digerir e aproveitar a energia contida em nenhum dos ingredientes testado.

Ramos (2019) avaliou a inclusão de milho, sorgo baixo tanino, quirera de arroz, farelo de arroz desengordurado e farelo de trigo, adicionadas na proporção de 20% em uma dieta referência com 54,96% de proteína bruta. O coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca foi maior para a quirera de arroz (81,14%) e o menor resultado foi obtido com a dieta contendo milho (70,15%). O coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta foi maior para o milho (77,66%), seguido de quirera de arroz (68,5%), farelo de trigo (57,35%), farelo de arroz desengordurado (56,68%) e sorgo baixo tanino (54,98%). Quanto ao coeficiente de digestibilidade da proteína bruta, não houve diferença significativa, sendo obtidos os seguintes resultados: quirera de arroz (80,23%), farelo de arroz desengordurado (67,07%), sorgo (65,94%), milho (64,44%) e farelo de trigo (54,73%).

Neste sentido, a Tabela 2. demonstra os valores recomendados segundo as pesquisas para a exigência proteica do pirarucu.

Tabela 2. Exigência proteica do pirarucu.

Peso inicial (g)	Proteína Bruta (%)	Referências
68,75	44,9	CASTILLO, (2012)
86,84	40,0	DEL RISCO et al., (2008)
120,00	48,0	ITUASSÚ, (2002)
200,00	37,4	MEDEIROS, (2014)
500,00	40,0	LOPES, (2015)
4441,66	36,0	LOPES, (2015)

PERFIL DE AMINOÁCIDOS

Rodrigues et al. (2017) estimaram o perfil de aminoácidos para ração de pirarucu com base na composição de aminoácidos do tecido muscular, no qual sugere a porcentagem de aminoácidos de acordo com os níveis de proteína (Tabela 3).

Tabela 3. Perfil de aminoácidos do tecido muscular estimado para ração contendo 40% e 45% de proteína bruta.

Aminoácido essencial	Exigência Pirarucu	
	40%	45%
Arginina	1,55	1,74
Histidina	0,47	0,53
Isoleucina	1,15	1,29
Leucina	2,15	2,42
Lisina	2,48	2,79
Metionina	0,74	0,84
Fenilalanina	1,11	1,25
Treonina	1,10	1,23
Triptofano	0,22	0,24
Valina	1,20	1,35

Fonte: RODRIGUES et al. (2017).

UTILIZAÇÃO DE ENZIMAS NAS DIETAS

O uso de enzimas exógenas na alimentação de pirarucu foi estudado por Cavero (2004), no qual testou dietas contendo proteases, lipases e amilases, seguindo as proporções de 0,0; 0,1; 0,2; e 0,4%. As dietas com proteases e lipases, influenciaram positivamente no desempenho zootécnico de juvenis de pirarucu, o qual o mesmo não foi observado para a adição de amilase.

Em contrapartida, Alcântara, (2012) ao avaliar a adição de lipase e protease na ração de pirarucu com substituição parcial de farinha de vísceras de aves e farinha de carne e

20

Alimentos e Alimentação Animal

ossos, concluiu que não houve incremento nos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes das rações, assim como na digestibilidade destes ingredientes alternativos. A adição de enzimas na dieta também foi observada no trabalho de Bordinhon (2004), em que o coeficiente de digestibilidade indicou redução na capacidade de aproveitamento da fração de carboidratos da farinha de trigo crua, entretanto, ao utilizar farinha de trigo cozida houve melhora no coeficiente de digestibilidade, sendo maximizado com as dietas contendo farinha de trigo cozida e suplementadas com amilase exógena.

UTILIZAÇÃO DE PROBIÓTICOS NA DIETA

A utilização de probiótico é uma tecnologia estudada para melhorar a saúde e o desempenho dos animais. O probiótico é produzido a partir de microrganismos comuns da microbiota intestinal da espécie. Em estudos de isolamento microbiano, foi identificado a presença de diferentes espécies no trato gastrointestinal do pirarucu, sendo as principais: *Enterococcus faecalis*, *Lactococcus lactis*, *Weissella paramesenteroides*, *Staphylococcus* sp., *Lactococcus* e *Enterococcus faecium* (DO VALE PEREIRA et al., 2017).

A partir da identificação dos microrganismos benéficos existentes na flora gastrointestinal dos peixes, é possível produzir os probióticos, como por exemplo, o avaliado por Do Vale Pereira et al. (2019) que analisou pirarucus alimentados com uma dieta contendo *L. lactis* subsp. *lactis* em 1×10^8 CFU – 1, outra dieta contendo *E. faecium* a 1×10^8 CFU – 1, e com dieta não suplementada com probiótico. Ao final do estudo os pesquisadores observaram que a utilização de probiótico contendo *L. lactis* subsp. *Lactis* aumentou a capacidade anti microbiana sérica in vitro de peixes contra *Pseudomonas* sp., demonstrando que a utilização de probióticos específicos para o pirarucu é benéfica para a produção da espécie.

CONCLUSÃO

Ao compilar os dados, pode-se concluir que o pirarucu se desenvolve bem ao ser alimentado em uma frequência de 2 vezes ao dia. Dependendo do peso do animal a taxa de alimentação varia de 7 a 1%, com rações com porcentagem de proteína bruta de 36 a 48%.

O incremento de tecnologias como a adição de enzimas e a utilização de probióticos específicos na ração podem auxiliar no melhor aproveitamento dos alimentos, principalmente, os de origem vegetal os quais essa espécie tem um baixo coeficiente de digestibilidade e assim contribuir para a redução nos custos de produção e difundir a produção da espécie.

REFERÊNCIAS

1. ALCÂNTARA, A. **Influência da adição de protease e lipase sobre a digestibilidade de ingredientes da dieta em juvenis de pirarucu (*Arapaima gigas*)**. 2012. Dissertação (Mestrado em Aquicultura), Universidade Nilton Lins, Manaus, 2012.
2. BORDINHON, A.M. **Suplementação de amilase e solubilidade de amido na digestibilidade da ração para pirarucu *Arapaima gigas***. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2004.
3. CARDOSO, G.C. **Taxas de arraçoamento sobre desempenho produtivo e econômico de alevinos de pirarucu (*Arapaima gigas*) de 500 a 1000g cultivado em hapas**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Pesca) -Fundação Universidade Federal de Rondônia, Presidente Médici, 2015.
4. CASTILLO, C.P.C.D. **Exigência proteica e respostas fisiológicas de juvenis de pirarucu, *Arapaima gigas* (Schinz, 1822)**. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2012.
5. CAVERO, B.A.S. et al. Uso de alimento vivo como dieta inicial no treinamento alimentar de juvenis de pirarucu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 1011-1015, 2003.
6. CAVERO, B.A.S. **Uso de enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de Pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829)**. 2004. Tese (Doutorado), Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2004.
7. CHUNG, S. et al. Essential oil from *Ocimum basilicum* improves growth performance and does not alter biochemical variables related to stress in pirarucu (*Arapaima gigas*). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 92, 2020.
8. CIPRIANO, F.S. et al. Digestibility of animal and vegetable protein ingredients by pirarucu juveniles, *Arapaima gigas*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, p. 581-586, 2016.
9. CRESCÊNCIO, R. et al. Influência do período de alimentação no consumo e ganho de peso do pirarucu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 1217-1222, 2005.
10. DEL RISCO, M. et al. Efecto de tres niveles de proteína dietaria en el crecimiento de juveniles de paiche, *Arapaima gigas* (Shinz, 1822). **Folia Amazónica**, v. 17, n. 1-2, p. 29-37, 2008.
11. DO VALE PEREIRA, G. et al. Characterization of microbiota in *Arapaima gigas* intestine and isolation of potential probiotic bacteria. **Journal of Applied Microbiology**, v. 123, n. 5, p. 1298-1311, 2017.
12. DO VALE PEREIRA, G. et al. Autochthonous probiotic bacteria modulate intestinal microbiota of Pirarucu, *Arapaima gigas*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 50, n. 6, p. 1152-1167, 2019.

13. FONTENELE, O. Contribuição para o conhecimento da biologia do pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier), em cativeiro (Actinopterygii, osteoglossidae). **Revista Brasileira de Biologia**, 1948.
14. GANDRA, A.L. et al. Pirarucu growth under different feeding regimes. **Aquaculture International**, v. 15, n. 1, p. 91-96, 2007.
15. IMBIRIBA, E.P. **Produção e manejo de alevinos de pirarucu, Arapaima gigas (Cuvier)**. Embrapa Amazônia Oriental-Circular Técnica (INFOTECA-E), 1991.
16. IMBIRIBA, E.P. Potencial de criação de pirarucu, *Arapaima gigas*, em cativeiro. **Acta Amazonica**, v. 31, n. 2, p. 299-299, 2001.
17. ITUASSÚ, D.R. **Exigência proteica de juvenis de pirarucu Arapaima gigas (Cuvier, 1829)**. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Universidade do Amazonas, Manaus, 2002.
18. LOPES, F.S.C. **Desempenho produtivo e econômico do pirarucu (Arapaima gigas) em diferentes sistemas de alimentação proteicos**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Em genharia de Pesca), Fundação Universidade Federal de Rondônia, Presidente Médice, 2015.
19. MEDEIROS, P.A. de **Dietas práticas com diferentes níveis de proteína e energia na alimentação de juvenis de pirarucu Arapaima gigas (SCHINZ, 1822) durante a engorda em tanque-rede**. 2014. Dissertação (Mestrado), Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus, 2014.
20. MEDEIROS, R.M.S. et al. Avaliação do crescimento de pirarucu *Arapaima gigas* submetidos a diferentes frequências alimentares. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 55.; CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 28., 2018, Goiânia, GO. Construindo saberes, formando pessoas e transformando a produção animal. Goiânia, GO: Sociedade Brasileira de Zootecnia: Associação Brasileira de Zootecnistas, 2018.
21. OLIVEIRA, V. et al. Feeding of juvenile pirarucu (*Arapaima gigas*, Arapaimidae) in their natural environment, lago Quatro Bocas, Araguaiana-MT, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 3, p. 312-314, 2005.
22. ONO, E.A. et al. Pirarucu, o gigante esquecido. **Panorama da Aqüicultura**, v. 14, n. 81, p. 14-25, 2004.
23. ONO, E.A. Perspectivas para o aumento da oferta de juvenis de pirarucu. **Panorama Aqui cultura**, v. 17, p. 45-47, 2007.
24. ONO, E.A. et al. Digestibilidade aparente de dietas práticas com diferentes relações energia: proteína em juvenis de pirarucu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 249-254, 2008.
25. ONO, E.; KEHDI, J. Manual de boas práticas de produção do pirarucu em cativeiro. **Serviço Brasileiro de Apoio às Micros e Pequenas Empresas, Brasília**, 2013.
26. PEDROSA, R.U. et al. Effects of feeding strategies on growth, biochemical parameters and waste excretion of juvenile arapaima (*Arapaima gigas*) raised in recirculating aquaculture systems (RAS). **Aquaculture**, v. 500, p. 562-568, 2019.
27. PEIXEBR. Anuário Peixe BR da piscicultura 2020. **Associação Brasileira da Piscicultura**, São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario-2020/>. Acesso em: de zembro de 2020.
28. RAMOS, A.M.J. **Avaliação da digestibilidade de ingredientes energéticos em dietas para**

29. RIBEIRO, R.A. **Elaboração de ração para pirarucu (*Arapaima gigas* (Cuvier, 1829)) utilizando farinha de sangue, resíduo de castanha e farinha de carne e ossos.** 2008. Tese (Doutorado em Biotecnologia), Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2008.
30. RODRIGUES, A.P.O. **Alimentação e nutrição do pirarucu (*Arapaima gigas*).** Embrapa Pesca e Aquicultura-Documentos (INFOTECA-E), 2015.
31. RODRIGUES, A.P.O. et al. **Qualidade de rações comerciais utilizadas na alimentação do pirarucu *Arapaima gigas* em cativeiro.** Embrapa Pesca e Aquicultura-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2017.
32. RODRIGUES, A.P.O.; CARGNIN-FERREIRA, E Morphology and Histology of the Pirarucu (*Arapaima gigas*) Digestive Tract. **International Journal of Morphology**. V.35. P.950-957, 2017.
33. RODRIGUES, A.P.O et al. Feeding frequency affects feed intake and growth in juvenile pirarucu (*Arapaima gigas*). **Acta Amazonica**, v. 49, p. 11-16, 2019.
34. SANTOS-CIPRIANO, F. et al. Apparent digestibility of energetic ingredients by pirarucu juveniles, *Arapaima gigas* (Schinz, 1822). **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 43, n. 4, p. 786-791, 2015.
35. SCORVO FILHO, J.D. Tilapicultura e seus insumos, relações econômicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 112-118, 2010.
36. SOUSA, I.J. et al. Avaliação dos parâmetros de qualidade de carne em pirarucu submetidos à termonarcose e à concussão cerebral. IN: Jornada de Iniciação Científica e de Extensão da Universidade Católica do Tocantins, V. Palmas, TO: Vice Direção Acadêmica, 2015.
37. SOUZA, R.F.C. et al. Períodos de condicionamento alimentar de juvenis de pirarucu na transição da alimentação de ração úmida para seca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, p. 622-625, 2015.

02

Caracterização bromatológica das folhas da *Mimosa caesalpiniiifolia* benth (sabiá) no estado do Maranhão, Brasil

Raimundo Morais dos Santos

IFMA

Danilo Rodrigues Barros Brito

IFMA

Christoph Gehring

UEMA

Livio Martins Costa Júnior

UFMA



10.37885/210805903

Ellen Cristina Vale Silva

UFMA

Maria Elisabeth Detert

EMA

Dauana Mesquita Sousa

UFMA

RESUMO

Este estudo teve como objetivo caracterizar bromatologicamente as folhas da espécie *Mimosa caesalpiniiifolia* no estado do Maranhão, Brasil, considerando locais de coleta, épocas do ano e idade das plantas. As folhas foram coletadas em períodos seco e chuvoso, em quatro municípios. As amostras foram secas à sombra e moídas posteriormente. Quanto aos teores de lignina, foram significativamente menores no início da época chuvosa. Observou-se que os teores de FDA foram maiores no período seco. Não houve diferença estatística entre as épocas do ano nas variáveis de matéria orgânica, proteína bruta e matéria orgânica. Houve diferença significativa com maiores teores dos fenóis totais e dos taninos totais, e tendências ($p < 0,10$) de maior teor de matéria orgânica na *M. caesalpiniiifolia* de três anos de idade comparada com a de cinco anos de idade. Observou-se efeito significativo para época seca apenas para folha quanto à matéria orgânica, sendo encontrados valores superiores para o período chuvoso. As folhas apresentaram teores de FDA e FDN elevados, em relação a efeitos sazonais, na época seca. Quanto aos taninos condensados, apresentaram variação relevantes entre os quatro municípios. Na época chuvosa observou-se melhor composição química das folhas da planta. Conclui-se que o teor das variáveis bromatológicas da *M. caesalpiniiifolia* variam de acordo com o local e a época do ano no estado do Maranhão, Brasil.

Palavras-chave: Sazonalidade, Taninos Vegetais, Plantas Forrageiras.

INTRODUÇÃO

Mimosa caesalpiniiifolia é uma leguminosa arbórea nativa do Nordeste do Brasil, com

ocorrência nos estados do Piauí, Maranhão, Ceará e comum em regiões da Amazônia e na Mata Atlântica, com grande potencial madeireiro, apícola e forrageiro (RIBASKI et al., 2003; LORENZI, 2008). O conhecimento das potencialidades nutricionais e químicas de plantas nativas através de estudos científicos proporciona incremento e fortalecimento dos saberes das comunidades rurais, proporcionando a conservação dos recursos naturais e manutenção da espécie em seu ecossistema, maximizando o seu uso e possibilitando o surgimento de novas informações e uso dessa planta (LORENZI, 2008; SILVA et al., 2015).

Gonçalves et al. (2010) analisaram propriedades químicas e físicas da madeira da *M. caesalpinifolia* para mostrar o seu potencial de uso. No entanto, concluíram que não é indicada para produção de celulose devido baixo teor de alfa-celulose e alto teor de lignina. Todavia, considerando a *M. caesalpinifolia* uma madeira de alta densidade e ao considerar que o alto teor de lignina e a alta densidade à madeira pode ser ótima opção para a fabricação do carvão.

Também possui relevância na medicina caseira (Lorenzi, 2002; Maia, 2004), assim como é uma planta que representa importante fonte de pólen e néctar para as abelhas (FIGUEIRÔA et al., 2005). Suas flores são melíferas e por florescerem no período em que possui grande escassez de flores, todo mel gerado é bastante específico e de alta qualidade (MAIA, 2004).

M. caesalpinifolia também se caracteriza por sua habilidade de persistência e do seu crescimento rápido em áreas degradadas e frequentemente queimadas, além da sua tolerância por secas (SANTIAGO et al., 2001). Contudo, segundo Araújo Filho (2002), o valor nutritivo dessas plantas apresenta variações ao longo do ano, em função da fase do ciclo fenológico, com o teor de proteína bruta (PB) e a digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS), decrescendo à medida que ocorre mudança da fase vegetativa (período chuvoso) para a de restolho lenhoso (período seco). A flutuação estacional, ligada a fatores ambientais, na disponibilidade e qualidade de biomassa das leguminosas nativas do semiárido foi descrita por diversos autores (VIANA e CARNEIRO, 1994; VASCONCELOS, 1997; ARAÚJO FILHO et al., 1998).

A suplementação alimentar dos rebanhos no período da seca proporciona uma alternativa alimentar de baixo custo. As folhas, verdes ou secas, assim como as vagens, são excelentes forrageiras e possuem alto valor nutricional. Sua folhagem é considerada valiosa fonte de alimento para grandes e pequenos ruminantes, principalmente durante a longa estiagem do sertão semiárido, geralmente são coletados no período de abundância de forragem (período chuvoso) para suplementar a dieta animal no período de estiagem

27

Alimentos e Alimentação Animal

(VASCONCELOS, 1989). Dentre estas, o sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) pode representar até 70% do total da forragem consumida por ruminantes durante a estação das chuvas (MENDES, 1989).

Estudos vêm sendo desenvolvidos, buscando espécies da região Nordeste do Brasil com potencial taninífero (AZEVEDO et al., 2017). Taninos condensados são polifenóis presentes na maioria das leguminosas tropicais e estão associados a redução da ingestão e digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína e fibra. Considerando a necessidade de caracterizar os taninos condensado, proteínas, fibras e fenóis presente em legumi

nosas forrageiras nativas, assim como veriÀcar a existênciade variaçãosestacional nesses valores, este trabalho teve como objetivo caracterizar os taninos condensados, bem como outras variáveis bromatológicas da espécie *Mimosa caesalpinii*folia, identiÀcando os efeitos sazonais em quatro regiões do estado do Maranhão.

MÉTODO

Áreas amostrais

O experimento foi realizado nos períodos seco e chuvoso, com coletas realizadas nos meses de janeiro, março, julho, outubro e novembro de 2018. O sabiá (*Mimosa caesalpinii*folia) foi coletado retirando-se a folha e o pecíolo, por tração manual, em diversas partes da planta. Após a colheita, o material foi seco à sombra, e triturado em moinho com peneira de 1 mm de porosidade, para as análises bromatológicas.

A ONG Educação e Meio Ambiente (EMA) tem experimentado desde 2007 e posteriormente implantado de modo sistemático plantios de sabiá até agora em aproximadamente 200 ha, distribuídos em 11 assentamentos de 10 municípios do centro-norte do Maranhão, na maioria em prestação de serviço ao INCRA. Plantios de sabiá foram realizados em duas etapas: a primeira etapa de plantio, com 86 mil mudas de sabiá, no ano de 2012 (denominadas no experimento plantas de 5 anos de idade), nos meses de janeiro e fevereiro, período chuvoso no Maranhão, e a segunda etapa de plantio de 110 mil mudas de sabiá, iniciou-se no ano de 2014 (denominadas plantas de 3 anos de idade), com início do período chuvoso, mês de janeiro.

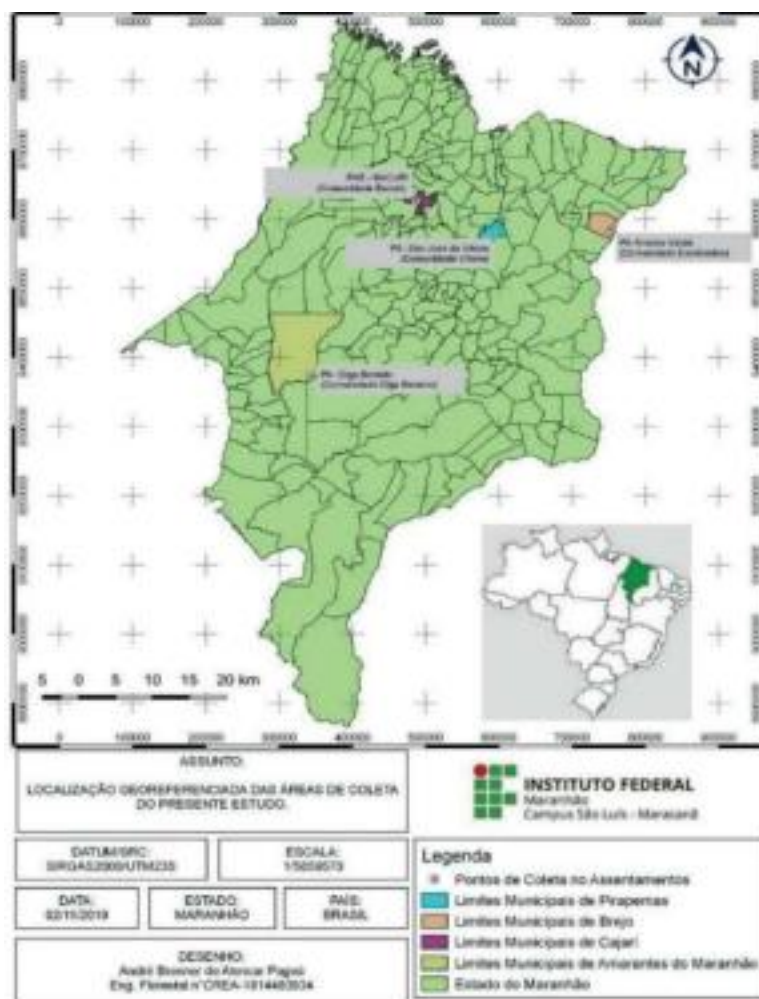
As coletas foram realizadas em áreas de Assentamento da Reforma Agrária do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA do Maranhão. Os projetos de assentamento onde ocorreram as coletas foram o PA (Projeto de Assentamento) Árvores Verde Município de Brejo, PA São José da Vitória - Município de Pirapemas, PA Olga Benário - Município de Amarante e PAE (Projeto Agroextrativista do INCRA) Bacuri - Município de

Cajari, em áreas com plantios de sabiá que foram implantadas pelo INCRA-MA, através do **28**

Alimentos e Alimentação Animal

Núcleo Ambiental do INCRA, com o apoio da ONG Associação Educação e Meio Ambiente – EMA. A Figura 1 mostra os locais de coleta do sabiá no estado do Maranhão, para uma melhor compreensão de distribuição na unidade federativa do Brasil em questão.

Figura 1. Locais de coleta da *Mimosa caesalpinii*folia no estado do Maranhão, Brasil.



Fonte: Núcleo Geoambiental UEMA).

O PA Arvores Verdes - Comunidade Escalvados, Área localizada na cidade de Brejo-MA, possuindo as seguintes coordenadas geográficas: W 42° 43' 07.8", GPS S 03° 45' 28.9", UTM W 753361, UTM S 9584288. Situado a 76 metros de altitude, Brejo tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 3° 41' 7" Sul, Longitude: 42° 45' 4" Oeste.

O PA São José da Vitória - Comunidade Vitória, em Pirapemas –MA, possui as seguintes coordenadas geográficas: GPS W 44° 09' 59.3" GPS S 03° 48' 28.8", UTM W 592550, UTM S 9579050. O município se estende por 688,8 km². A cidade de Pirapemas está situada a 35 metros de altitude, tendo as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 3° 43' 40" Sul, Longitude: 44° 13' 24" Oeste.

O PA Bacuri - Comunidade Bacuri em Cajari-MA possui as seguintes coordenadas geográficas: GPS W 45° 07' 15.2" GPS S 03° 22' 46.3" UTM W 486571, UTM S 9626455. Cajari

é um município brasileiro do estado do Maranhão, situado a 3 metros de altitude, tendo as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 3° 18' 11" Sul, Longitude: 44° 53' 5" Oeste. A Comunidade Olga Benário, PA Olga Benário em Amarante do Maranhão-MA, possui as seguintes coordenadas geográficas GPS MAP 64 GARMIN UTM w 0342936, UTM s 9373702. Amarante do Maranhão, situado a 242 metros de altitude, tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 5° 34' 8" Sul, Longitude: 46° 44' 16" Oeste.

As folhas da *M. caesalpinifolia* foram coletadas em Janeiro, Março, Julho (período chuvoso) e Outubro e Novembro (período seco) em todas as comunidades das áreas amostradas, correspondente ao início e fim da época chuvosa e começo da época seca. Em cada plantio de sabiá com área de 10 ha de tamanho, foram escolhidos 10 pontos amostrais dispersos aproximadamente equidistante e abrangendo árvores de diferentes tamanhos, para formar uma amostra foliar composta. Nestes pontos foram coletadas 5 a 10 kg de folhas verdes (nem juvenis, nem senescentes) em diferentes alturas das árvores. Foram coletadas somente folhas saudáveis (sem sinais de ataque por pragas ou doenças). As coletas foram realizadas pela tarde, e transportadas para o Instituto Federal do Maranhão (IFMA), campus Maracanã, localizado no município de São Luís. As amostras foram armazenadas em um galpão para secagem a sombra com temperatura inferior a 40 °C por sete dias e posteriormente passaram por trituração.

Análises bromatológicas

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Energia Nuclear na Agricultura/USP. As amostras foram secas e enviadas para quantificação de taninos e demais variáveis bromatológicas. As extrações de fenóis totais e taninos totais seguiram metodologias padrão descritas por Makkar (2000) e de tanino condensado, de acordo com Porter et al. (1986) pelo método do HCl-Butanol. Matéria seca (Método 934.01; AOAC, 2011), matéria orgânica (método 942.05; AOAC, 2011), fibra bruta (método de Weende AOAC 978.10), gordura (método de Weende), proteína bruta (método 920.87; AOAC, 2011) e fibra (fibra em detergente neutro-FDN, fibra em detergente ácido-FDA e a lignina detergente ácida – LDA) (VAN SOEST, 1994).

Análises Estatísticas

Inicialmente foi avaliada a distribuição dos dados (i) visualmente via histogramas e (ii) via testes contra normalidade de distribuição dos dados Kolmogorov-Smirnov e Lilliefors. **30**

Alimentos e Alimentação Animal

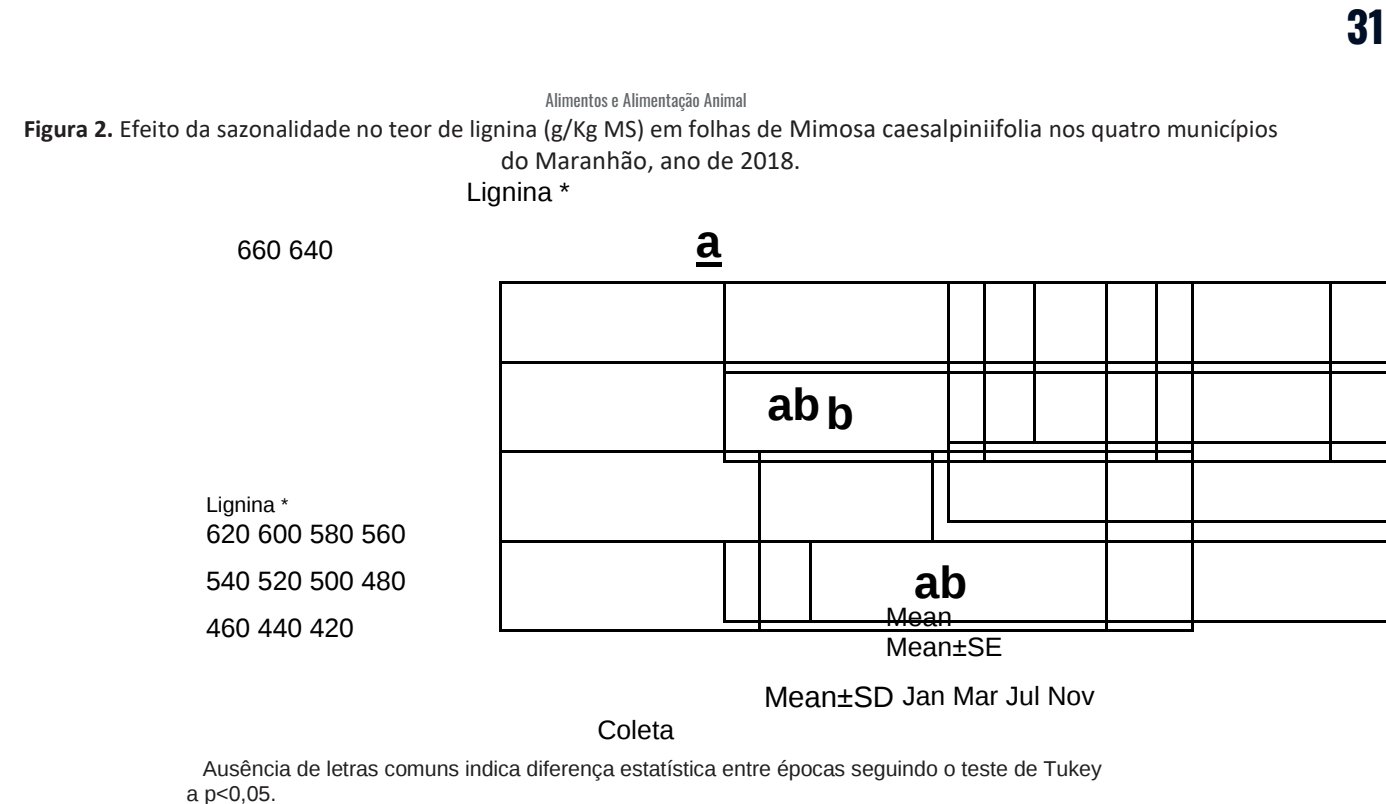
Foi constatado que todas as variáveis seguiram normalidade, permitindo análises paramétricas dos dados.

Para averiguar possíveis efeitos da sazonalidade foi efetuada uma ANOVA (análise de variância) entre as quatro datas amostrais, e em caso de significância aplicado o teste de Tukey com valor de significância de $p < 0,05$, considerando também tendências de até $p < 0,10$. Para averiguação do possível efeito da idade foi efetuado teste-t com os mesmos critérios de significância. Também puderam ser investigadas possíveis correlações entre as variáveis, visualmente também averiguando possíveis impactos sazonais ou de localização (entre municípios).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

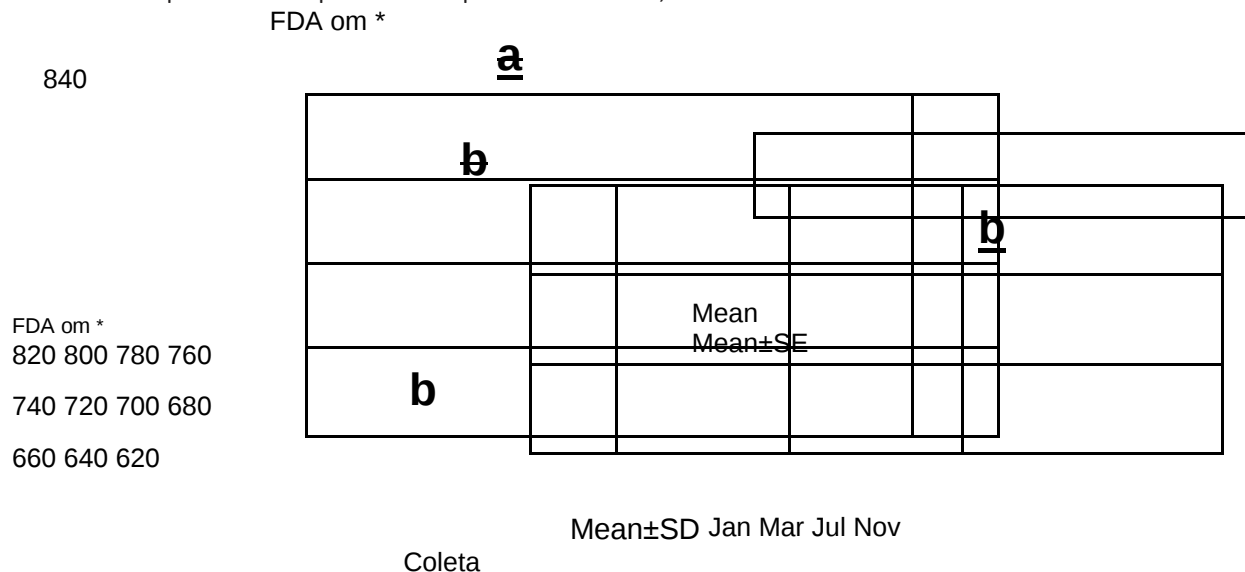
Variação sazonal

Dos compostos analisados, foi observado na Figura 2 que os teores de lignina foram significativamente menores no início da época chuvosa em relação ao início da época seca, resultados que condizem com Lima (2015) que, ao analisar compostos estruturais: Açúcares, lignina e celulose, notou que apenas a concentração de celulose variou entre as estações seca e chuvosa, atingindo valores maiores na estação chuvosa. No entanto, Fukushima e Hatfield (2003) afirmam que a oferta de forragens verdes em pastagens tropicais sofre diretamente as consequências das variações sazonais do clima e consequentemente a produção de massa verde tende a ser menor na época seca.



Na Figura 3, observam-se a análise de Açúcares extraídos por detergente ácido (FDA) nas folhas de sabiá coletadas dos quatro municípios.

Figura 3. Efeito da sazonalidade no teor de fibras extraídos por detergente ácido (g/kg MS) em folhas da *Mimosa caesalpinifolia* nos quatro municípios do Maranhão, ano de 2018.



Ausência de letras comuns indica diferença estatística entre épocas seguindo o teste de Tukey a $p < 0,05$.

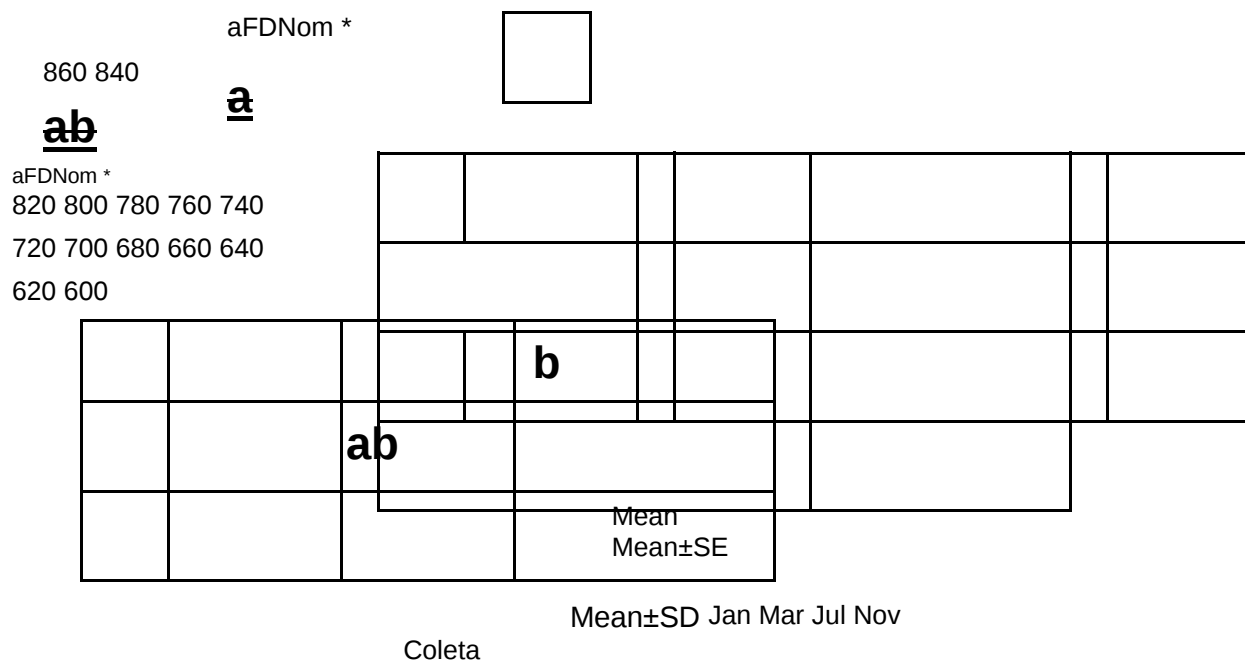
32

Alimentos e Alimentação Animal

Constatou-se teores significativamente maiores no auge da época seca do que na época chuvosa. Observou-se diferença significativa para fibra em detergente neutro (FDN) das folhas conforme a Figura 4, ocorrendo valores superiores para época seca. Independentemente do local de colheita da planta, maiores valores foram observados no período seco para fibra em detergente ácido (FDA).

Os valores encontrados para FDN e FDA foram superiores aos relatados por Vieira et al. (2005), que encontraram valores de 44,39 e 39,05% de FDN para época chuvosa e seca, respectivamente e 25,80 e 21,83% de FDA para época chuvosa e seca, respectivamente. Os valores das fibras variam em função das partes das plantas, e isso pode explicar as diferenças encontradas nas folhas. Outros fatores como idade da planta, precipitação e complexo tanino podem contribuir com essas variações.

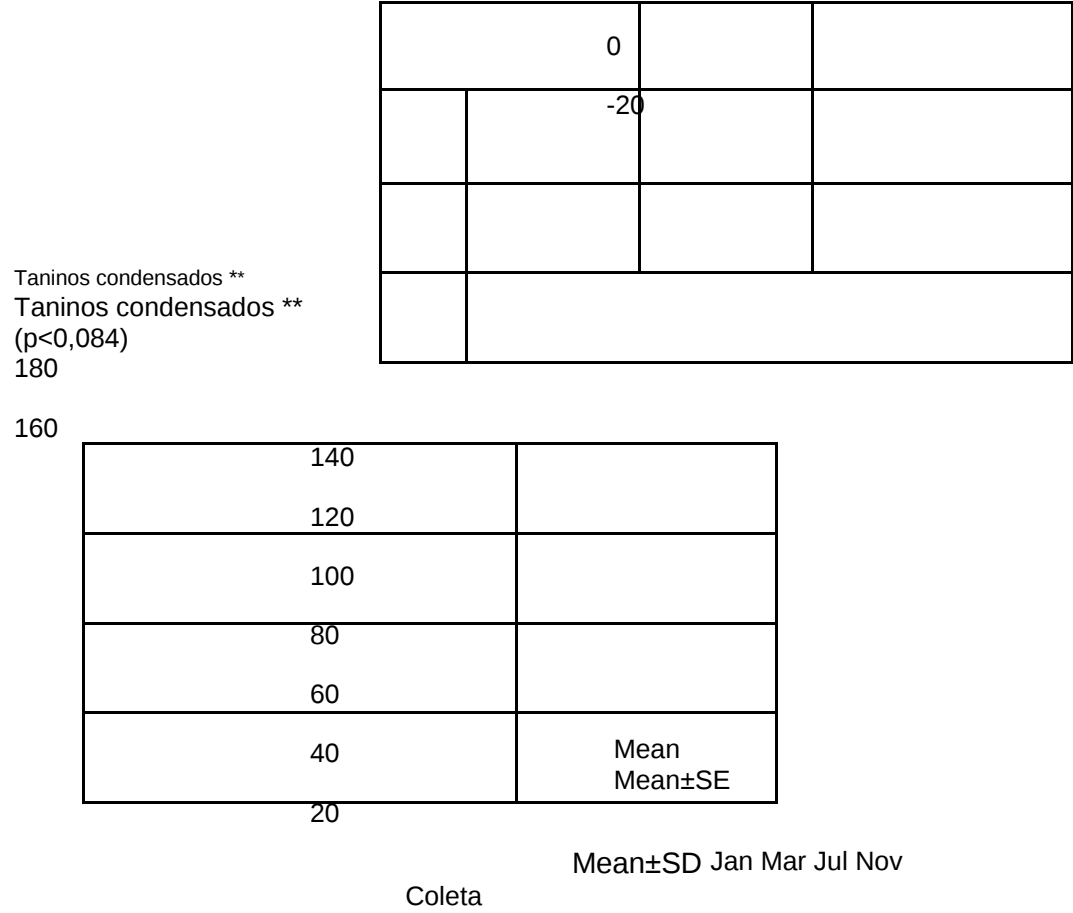
Figura 4. Efeito da sazonalidade no teor de fibras extraídos por detergente neutro (g/kg MS) em folhas da *Mimosa caesalpinifolia* nos quatro municípios do Maranhão, ano de 2018.



A Figura 5 mostra a variação sazonal do teor de taninos condensados nas folhas de sabiá coletadas dos quatro municípios. Não houve variação sazonal significativa entre as épocas amostrais.

Alimentos e Alimentação Animal

Figura 5. Efeito da sazonalidade no teor de taninos condensados em folhas da *Mimosa caesalpinii* nos quatro municípios do Maranhão, ano de 2018.



ANOVA não detectou diferenças significativas entre épocas ($p = 0,08$). ** Valores expressos em equivalente grama de leucocianidina / kg de matéria seca.

Também não houve diferenças significativas entre as épocas amostrais nas variáveis de matéria orgânica e proteína bruta.

Efeito da idade da *Mimosa caesalpinii*

Na Tabela 1, verificaram-se diferenças relacionadas à idade do plantio de sabiá. Houve diferença significativa com maiores teores dos fenóis totais e dos taninos totais, e tendências ($p < 0,10$) de maior teor de matéria orgânica no sabiá de três anos de idade comparado com o sabiá de cinco anos de idade. As outras variáveis bromatológicas não foram afetadas pela idade do sabiá. Estudos de Monteiro et al. (2005) afirmam que o nível máximo de compostos fenólicos foi encontrado em folhas jovens e, durante a maturação o conteúdo decresce rapidamente. Os autores evidenciaram que os taninos mostram padrões de sazonalidade

distintos. Silva (2011) relatou que os resultados obtidos da *Mimosa caesalpinifolia* podem ser explicados pelas características genéticas da espécie, visto que é uma planta que pode ser encontrada em diversas regiões do país. Ela mostrou bom desenvolvimento nas condições da Zona da Mata, indicando que não foram apenas as condições pluviométricas que favoreceu a alta produção de matéria seca. A alta capacidade de renovação dos tecidos, no período de 70 dias, resultou nas altas produções observadas para as plantas de Sabiá.

Alimentos e Alimentação Animal

Tabela 1. Médias das variáveis bromatológicas das folhas da *Mimosa caesalpinifolia* e três e de cinco anos de idade, no estado do Maranhão, ano de 2018.

Variável	Idade (3 anos)	(5 anos)	Valor de P
Idade			
Matéria Orgânica (g/kg MS)	942,6 926,5 0,094356	Proteína Bruta (g/kg MS) 201,3 208,6 0,706559	Fibra em
Detergente Neutro (g/kg MS)	758,2 784,9 0,379521	Fibra em Detergente Ácido (g/kg MS)	715,0 707,7 0,784023
Lignina (g/kg MS)	540,4 520,1 0,481047	Fenóis Totais*	138,3 65,9 0,009414
		Taninos Totais*	118,4 56,1 0,009543

* Valores expressos em equivalente grama de ácido tânico / kg de MS Valor de significância (teste-t) entre idades (todas as áreas e épocas juntas).

TEORES DE TANINOS CONDENSADOS RELACIONADOS AO LOCAL E PERÍODO DO ANO

A Tabela 2 mostra a concentração dos taninos condensados nos diferentes locais de estudo, demonstrando alta variação entre locais e época do ano. Os resultados mais elevados se mostram na segunda e terceira coleta que foram realizadas nos meses de março e julho, época chuvosa e seca, respectivamente. Normalmente, o mês de março é o período com intensas chuvas no estado do Maranhão, enquanto julho, normalmente é o mês que ainda o período chuvoso, ocorrendo poucas chuvas.

Tabela 2. Concentração dos taninos condensados das folhas da *Mimosa caesalpinifolia* em diferentes municípios e épocas do ano de 2018 no estado do Maranhão

Município	Período	Taninos condensados*
Amarante	Chuvoso	0,76
Amarante	Chuvoso	50,55
Amarante	Seco	18,54
Amarante	Seco	28,44
Brejo	Chuvoso	15,86
Brejo	Chuvoso	58,49
Brejo	Seco	-
Brejo	Seco	39,29
Cajari	Chuvoso	13,04
Cajari	Chuvoso	58,14
Cajari	Seco	146,11
Cajari	Seco	60,51
Pirapemas	Chuvoso	6,58
Pirapemas	Chuvoso	88,3
Pirapemas	Seco	127,57
Pirapemas	Seco	49,99

*Valores expressos em equivalente grama de leucocianidina / kg de matéria seca.

Guimarães Beelen et al. (2006) observaram que os taninos condensados presentes na M.

prodelÂnidina: procianidina de 90:20 nas fases de vegetação plena e Áoração, diminuindo para 40:50 na fase de frutiÂcação. Almeida et al. (2006) não encontraram diferenças entre épocas para teor de tanino e Araújo Filho et al. (2002) encontraram variação do teor de tanino nas diferentes fases fenológicas da planta, sendo os valores de tanino observados por esses autores mais altos do que os observados em nosso trabalho. A quantidade e o tipo de taninos sintetizados pelas plantas variam consideravelmente dependendo da espécie, do cultivo, do estrato e das condições ambientais. Geralmente, a concentração é maior em espécies que prosperam em solos pobres em fertilidade, tal como ocorre nas regiões tropicais e subtropicais (OTERO e HIDALGO, 2004). Simon et al. (1999) e Teixeira (1990) relatam sobre variações do teor de taninos que mostram que há diferenças quando as plantas são coletadas e analisadas em períodos distintos.

Polifenóis de baixo peso molecular e elagitaninos foram analisados em HPLC, por Simon et al. (1999), em quatro espécies de carvalho (*Quercus robur* L., *Q. petraea* Liebl., *Q. pyrenaica* Wild. e *Q. faginea* Lam.), obtidos do extrato da madeira. As coletas foram realizadas antes e depois de um ano e, durante este processo, as concentrações de polifenóis de baixo peso molecular aumentaram e a concentração de elagitaninos, dímeros e monômeros, diminuíram. Com estes dados, os autores deduziram que a sazonalidade natural afeta a composição química devido a processos de desidratação e maturação e as alterações químicas foram similares nas quatro espécies.

Ressalta-se do mesmo modo a distinção de taninos entre espécies de gênero vegetal semelhante, de forma que essa variabilidade inÁui na atividade biológica dos taninos (Kahiya et al., 2003). Alonso Díaz et al. (2011) relataram que é necessário ainda a deÂnição de outros aspectos envolvidos para uma melhor caracterização, tais como o estrato da planta, idade e estado Ásiológico.

EFEITO DA ÉPOCA DO ANO E LOCAL DA COLETA

Na Tabela 3 estão expressos os resultados entre as variáveis bromatológicas de acor do com o local da coleta da planta e a época do ano. Notam-se valores mais elevados no mês de julho, no Ânal do período chuvoso na região. Os resultados referentes aos teores médios de PB, FDN e FDA, concordam com os relatos feitos por Araújo Filho et al. (2002) e Guimarães-Beelen et al. (2006), que observaram que com o avanço da estação seca ocorre diminuição no teor de PB e aumento da fração Àbrosa da planta.

Quanto a quantidade de taninos nas folhas, observou-se maior valor para a época seca, e quando esses valores encontrados são inferiores a 2%, Poncet e Remond (2002) aÂrmaram que a digestibilidade da proteína não é afetada por concentrações de tanino abaixo de 2%. **36**

Amarante Chuvoso 894,74 937,66 238,17 840,82 704,87 473,83 0,76 **Amarante** Chuvoso 905,7 926,97 213,6 788,06 702,27 600,85 79,61 50,55 **Brejo** Chuvoso 871,11 930,21 197,49 813,33 705,03 488,8 15,86 **Brejo** Chuvoso 907,19 911,96 158,91 706,77 702,3 541,79 93,48 58,49 **Cajari** Chuvoso 830,4 962,69 220,72 805,75 714,07 483,91 13,04 **Cajari** Chuvoso 913,9 924,39 227,33 759,89 725,1 542,73 109,53 58,14 **Pirapemas** Chuvoso 835,52 940,4 164,62 792,25 728,88 526,09 6,58
Pirapemas Chuvoso 911,12 930,63 226,32 733,46 658,82 506,36 155,08 88,3 **Amarante** Seco 890,85 925,78 322,75 781,41 708,84 532,33 47,15 18,54 **Amarante** Seco 870,8 903,88 193,45 800,58 728,56 521,92 46,97 28,44
Brejo Seco ----- **Brejo** Seco 856,44 952,43 192,29 841,09 820,48 638,63 62,47 39,29 **Cajari** Seco 919,1 953,76 211,44 712,3 651,37 515,43 183,44 146,11 **Cajari** Seco 879,45 934,53 201,41 837,8 822,49 624,96 94,6 60,51 **Pirapemas** Seco 928,82 944,24 163,18 607,73 663,89 554,57 194,12 127,57 **Pirapemas** Seco 881,4 950,38 195,29 816,37 755,58 569,32 93,03 49,99

* Valores expressos em g/kg de matéria seca

** Valores expressos em equivalente grama de ácido tânico / kg de matéria seca

*** Valores expressos em equivalente grama de leucocianidina / kg de matéria seca

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que, de modo geral, as folhas da *M. caesalpinifolia* apresentaram teores de FDA e FDN elevados, em relação aos efeitos sazonais, na época seca. Quanto as concentrações dos taninos condensados nos diferentes locais de estudo, apresentaram-se mais elevados nas coletas realizadas nos meses de março e julho de 2018. Não houve diferenças significativas entre os efeitos sazonais quanto as análises de matéria orgânica, de proteína bruta e de matéria mineral. Em relação aos resultados obtidos sobre a idade da *M. caesalpinifolia*, os taninos e a matéria orgânica se apresentaram em maior valor na idade de três anos. As outras variáveis bromatológicas não foram afetadas pela idade do sabiá. No entanto, notou-se que na época chuvosa observa-se melhor composição química da planta, ou seja, a *M. caesalpinifolia* apresenta uma composição química mais adequada no período chuvoso.

REFERÊNCIAS

1. ALONSO-DÍAZ, M. A. et al. Tannins in tropical tree fodders fed to small ruminants: A friendly foe?. **Small Ruminant Research**, v.89, p.164-173. 2011.
2. ALMEIDA, A. C. S.; FERREIRA, R. L. C.; SANTOS, M. V. F.; SILVA, J. A. A.; LIRA, M. A.; GUIM, A. Avaliação química-bromatológica de espécies arbóreas e arbustivas de pastagens em três municípios de Pernambuco. **Acta Scientiarum**, v.28, n.1, p.1-9, 2006.
3. ARAÚJO FILHO, J.A. DE A., CARVALHO, F.C. Y SILVA, N.L. Fenología y valor nutritivo de follajes de algunas especies forrajeras de la Caatinga. **Agroforesteria en las Americas**, 9: 33-34, 2002.

4. ARAÚJO FILHO, J.A.; CARVALHO, F.C.; GADELHA, J.A. et al. **Fenologia e valor nutritivo de espécies lenhosas caducifólias da Caatinga.** In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Botucatu, Anais, p. 360-362, 1998.
5. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **OfÀcial Methods of Analy sis,** Arlington: AOAC International, 2011.
6. AZEVEDO, T.K.B.; PAES, J.B.; CALEGARI, L.; SANTANA, G. M. Teor de taninos condensados presente na casca de Jurema-Preta (*Mimosa tenuiÁora*) em função das fenofases. **Floresta e Ambiente**, v.24, p.7, 2017.
7. FIGUEIRÔA, J.M. de; PAREYN, F.G.C.; DRUMOND, M.; ARAÚJO, E. de L. Madeireiras. In: SAMPAIO, E.V.S.B.; PAREYN, F.G.C.; FIGUEIRÔA, J.M. de; SANTOS JÚNIOR, A.G. (Eds.). **Espécies da flora nordestina de importância econômica potencial. Recife: Associação Plantas do Nordeste**, 2005. p. 101– 133.
8. FUKUSHIMA, R. S; HATFIELD, R. D. Phenolic composition of dioxane lignins as determined by nitrobenzene oxidative reaction. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.3, p.373-378, 2003.
9. GONÇALVES, C. de A.; FERNANDES, M. M.; ANDRADE, A. M. de. Celulose e carvão vegetal de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth (Sabiá). **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 6, n. 1, p. 51-58, jan./ dez. 2010.
10. GUIMARÃES-BEELLEN, P. M; BERCHIELLI, T. T.; BUDDINGTON, R.; et al. Efeito dos taninos condensados de forrageiras nativas do semi-árido nordestino sobre o crescimento e atividade celulolítica de *Ruminococcus Áavefaciens*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.5, p.910-917, 2006.
11. KAHIYA, C.; MUKARATIRWA, S.; THAMSBORG, S.M. Effects of *Acacia nicolitica* and *Acacia karoo* diets on *Haemonchus contortus* infection in goats. **Veterinary Parasitology**, v.115, n.3, p.265-74, 2003.
12. LIMA, L. S. **Variação sazonal na composição química de detritos foliares em zonas ri párias do Cerrado.** Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 44 f. 2015.
13. LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identiÀação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, v. 1, 4. ed. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 2002.
14. LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identiÀação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5. ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2008.
15. MAKKAR, H.P.S. **QuantiÀation of tannins in tree foliage (Laboratory Manual).** Vienna: FAO; IAEA, 2000.
16. MAIA, G.N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades.** São Paulo: D&Z. 2004. 413p.
17. MENDES, B V. **Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.): valiosa forrageira arbórea e produtora de madeira das caatingas.** Mossoró: ESAM, 1989. 31p. (Coleção Mossoroense, 660, Série B).
18. MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; ARAUJO, E. L.; AMORIM, E. L. C. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova** [online], v.28, n.5, p.892-896, 2005.
19. OTERO, M.J.; HIDALGO, L.G. Taninos condensados en espécies forrajeras de clima templado: efectos sobre productividad de rumiantes afectados por parasitosis gastrointestinales. **Lives tock Research for Rural Development**, v.16, n.2, p.1-9, 2004.

20. PORTER, H.J.; HRSTICH, L.N.; CHAN, B.C. The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. **Phytochemistry**, v. 25, p. 223-230, 1986.
 21. PONCET, C.; REMOND, D. Rumen digestion and intestinal nutrient flows in sheep consuming pea seeds: the effect of extrusion or chestnut tannin addition. **Animal Research**, v.51, p.201- 216, 2002.
 22. RIBASKI, J.; LIMA, P.C.F.; OLIVEIRA, V.R. de; DRUMOND, M.A. **Sabiá (Mimosa caesalpiniae folia) árvore de múltiplo uso no Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 4p. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 104).
 23. SANTIAGO, A.M.P.; NOGUEIRA, R.J.M.C.; LOPES, E.C. Crescimento em plantas jovens de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth., cultivadas sob estresse hídrico. **Ecossistema**, n.26, p.23-30. 2001.
 24. SIMON, B. F.; CADAHIA, E.; CONDE, E.; GARCÍA-VALLEJO, M.C. Evolution of phenolic compounds of Spanish oak wood during natural seasoning. First results. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v.47, n.4, p.1687-1694, 1999.
 25. SILVA, M. A. **Caracterização de leguminosas arbustivo-arbóreas em Pernambuco**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 129 .2011.
 26. SILVA, P. S. L.; DIAS, P. C.; OLIVEIRA, V. R. **Potencial do sabiá como cultura do semiárido**. Mossoró: Edufersa, 2015. 264p.
 27. SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos** 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 235 p.
 28. TEIXEIRA, M. L.; SOARES, A. R.; SCOLFORO, J. R. S. Variação do teor de tanino da casca de Barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville] em 10 locais de Minas Gerais. **Ciência Prática de Lavras**, v. 14, p. 229-232, 1990.
 29. VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.
 30. VASCONCELOS, V. R. **Caracterização química e degradação de forrageiras do semi-árido brasileiro no rúmen de caprinos**. 1997, 85 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.
- 39**
- Alimentos e Alimentação Animal
31. VASCONCELOS, B. **Sabiá (Mimosa caesalpiniaefolia Benth.), valiosa forrageira arbórea e produtora de madeira das caatingas**. Mossoró: ESAM, 1989. Não paginado. (ESAM. Coleção mossoroense, Série 13, 660).
 32. VIANA, O. J.; CARNEIRO, M. S. S. Plantas forrageiras xerófitas. III. Sabiá – *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth., no semi-árido cearense. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, 1994, Maringá. Anais... Maringá: SBZ, 1994, p. 283-284.
 33. VIEIRA, E.L., CARVALHO, F.F.R., BATISTA, Â.M.V., FERREIRA, R.L.C., DOS SANTOS, M. V.F., LIRA, M. DE A., SILVA, M.J. E BONFIM-SILVA, E.M. Composição química de forrageiras e seletividade de bovinos em bosque-de-Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) nos períodos chuvoso e seco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1505-1511, 2005.

03

Forage management into beef cattle production helping to farm owner decisions

Mariana Vieira Azenha

Premix Company

Fernando Ongaratto

Nutripura Company

Abmael da Silva Cardoso

FCAV/Unesp

Daniel Rume Casagrande

UFLA



10.37885/210705360

Eliéder Prates Romanzini

FCAV/Unesp

Bruno Ramalho Vieira

Ricardo Andrade Reis

FCAV/Unesp

ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate how different grazing sward heights (15, 25, 35 cm) change the frequency of tiller visitation, morphogenesis, structural characteristics, tillering dynamic of palisadegrass (*Urochloa brizantha*) managed under continuous stocking. **Método:** The experimental design adopted was randomized blocks with three treatments: 15, 25 and 35 cm and four replicates (paddocks) and year (2007/2008 and 2008/2009) was used as blocking factor. The results demonstrates that each increment of 1 cm in sward height led to an increase of 0.09 days for tiller visits, 0.18 days for phyllochron, 0.85 days for leaf life span, 0.035 for number of leaves, 4.48 mm for leaf size, 0.0030 for tillers survival. In addition, each increment 1 cm in sward height caused a decrease in leaf appearance rate by 0.0006 mm/leaf/tiller, tiller density in 74.71 tillers/m², 0.0030 in tiller mortality. Varying grazing sward height from 15 up to 35 cm, directly affected the frequency of tiller visitation as well as morphogenesis and structural variables of palisadegrass under continuous stocking, the height of 25 cm indicates for handling in continuous stocking.

Key-Words: Canopy, Defoliation, Morphogenesis, Tillering.

Pastures are the main component of ruminant diets and the most economical food source in livestock systems. The ingestive behavior of cattle is affected by the canopy structure and forage density, so understanding the plant-animal interaction caused by defoliation events allows the adoption of target management heights, which do not compromise the plant and animal development.. Although Brazil has vast pasture areas, many are in a state of degradation due to the lack of information for the adequate grazing management. The control of grazing height is a practical low-cost method to manage tropical pastures. Sward height is one of the most efficient methods that can be applied to control pasture production and animal performance. The use of sward height as a management strategy can result in variations in frequency of tiller visitation (i.e. defoliation), structural characteristics of the canopy and nutritional value (REIS et al., 2016), mainly due to the effect on ingestive behavior of herbivores (VIEIRA et al., 2017). Thus, certain heights of grazing management can decrease perennial and lead to pasture degradation. Variables such as frequency of tiller visitation, tiller density, leaf appearance and tiller rate, among others, can be used as indicators of the effect of grazing on plant regrowth and production (SALES et al., 2014; SANTANA et al., 2017) as well as animal's ingestive behavior. The hypothesis of this study is that different grazing heights of palisadegrass (15, 25 and 35 cm) affect the frequency of visitation of tillers and therefore the morphogenesis variables, canopy structure and dynamics of palisadegrass tillering. Therefore, this study aims to evaluate the impact of increasing grazing sward heights on frequency tiller visitation, morphogenesis and structural variables and the tillering dynamics of palisadegrass managed under continuous grazing.

METHOD

The experiment was conducted between November 2007 and March 2009 at the School of Agricultural and Veterinarian Sciences - Unesp, Department of Animal Sciences, located in Jaboticabal-SP, at 21°15'22" south latitude and 48°18'58" west longitude and 600 m altitude. The pastures of *Urochloa brizantha* cv. Marandu (palisadegrass) were established in 2005. The climate of the region is tropical of the Aw type, mesothermal with humid summer and dry winter, according to the Köppen classification. The average values of temperature, accumulated precipitation was collected from the Agroclimatological Station, Department of Exact Sciences, FCAV/Unesp (Table 1). All procedures have been Conducted in accordance with the guidelines set out by the Brazilian College of Animal Experimentation (COBEA) in the Code of Practice for the Care and Use of Animals for Experimental Purposes and were reviewed and approved by the Animal Ethics Committee of the Sao Paulo State University (CEBEA).

The soil was classified as dystrophic oxisol, clayey texture (EMBRAPA, 2018). The results of the soil nutrient analysis were pH (CaCl₂) = 5.0; organic matter (OM) = 19.3 g/dm³; phosphorus (P) = 7.3 mg/dm³; potassium (K) = 1.7 mg/dm³; calcium (Ca) = 13.6 mg/dm³; magnesium (Mg) = 9.3 mg/dm³; potential acidity (H + Al) = 26.0 mg/dm³; sum of bases (SB) = 24.7 mg/dm³; base saturation (V) = 49.0%. In November of 2007, 250 kg/ha of the formula 20:05:20 (N-P₂O₅-K₂O) was applied and, in the same month of 2008, 150 kg/ha of

the formula 8:28:16 (N-P₂O₅-K₂O). The nitrogen fertilizations were carried out in December of 2007; January, February, December of 2008; and February of 2009 when 100, 150, 100, 100 and 150 kg/ha of urea were used, respectively.

The experiment was conducted in an area of 12 hectares divided into twelve paddocks (experimental unit), ranging from 0.7 to 1.3 ha, plus an adjacent area for the maintenance of regulating animals. The treatments were 15, 25 and 35 cm of average sward height of the palisadegrass, managed under continuous stocking and variable stocking rate. The sward height was monitored using a graduated ruler and measuring 100 points per paddock every five to six days. Seven Nellore heifers (*Bos taurus indicus*) were maintained with an initial average weight of 200 kg, with sward height regulating animals being added or removed. The stocking rate was calculated by adding the weight of all cattle in each paddock and dividing by 450 kg, which corresponds to one animal unit (AU; Table 1).

The identification of palisadegrass tillers (72 tillers/height) was done at three representative points of the canopy height in each paddock and identified with iron piles. In each point, 6 tillers were selected approximately 40 cm apart and identified with colored plastic threads. The process of tiller identification was repeated every 28 days.

The frequency of tiller visitation was obtained by the equation: frequency of tiller visitation = number of touches/(number of possible touches × duration of the evaluation). The expanded leaves were measured from its ligula. Leaves going through senescence were measured only at the green part of the leaf blade. Were considered going through senescence only leaves with a maximum of 50% of the leaf blade senescent. The leaf appearance rate (leaf/day) was calculated by dividing the number of leaves that appeared in the evaluated period by the number of leaves evaluated duration of evaluation (days). Phyllochron was calculated as the inverse of the leaf appearance rate. The leaf life span (days) was calculated by multiplying the number of live leaves per tiller × phyllochron. The rate of leaf elongation and stems (mm/tiller/day) and leaf senescence rate (mm/tiller/day) were calculated using the ratio between two consecutive evaluations. The total length of the leaves was proportional to the average size of all the expanded and integral leaves in each evaluation period, the number of live leaves (expanded/elongating) in each tiller was also counted.

To collect the tiller population pattern, three 20 cm diameter polyvinyl chloride rings were used per paddock, attached to the soil by staples. The first tillers were marked with colored plastic rings before the beginning of the first grazing cycle. On that occasion, all palisade grass tillers within the area delimited by the rings were marked with single-colored plastic thread, named the first generation of tillers (G0). During subsequent month, the first tillers were counted again, and the new tillers were marked with different colored plastic threads and named second generation tillers (G1), and so on, the next generations being counted at the beginning of each month. cycle, until the end of the period of use of palisadegrass, totaling four generations (G0, G1, G2 and G3).

Tiller appearance (TAP), mortality and survival (TSP) rates were obtained for each tiller

generation. The rate of tiller appearance, in each generation, was obtained by counting the new tillers that appeared between two consecutive evaluations. The survival rate of each generation of tillers was obtained by the difference between the population existing at the time of counting and the population existing in the previous count, the values being calculated as a percentage. The mortality rate was estimated from the survival rates, subtracting from 100. With the sum of the number of tillers belonging to each generation, it was possible to determine the density of tillers in each generation (tillers/m²). The stability index (IE) of the tiller's population was obtained according to Bahmani et al. (2003), where: $IE = TSP \times (1 + TAP)$. The forage mass was determined by the double sampling method (SOLLENBERGER and CHERNEY, 1995). Forage biomass data was regressed over sward height measurements every 28 days. The sward height was measured at nine points per experimental unit using an ascending plate. The sward height measurements were taken at average height (n = 3), highest height (n = 3) and lowest height (n = 3). At each of the nine points, the forage inside the ascending dish (0.25 m²) was harvested at the ground level, identified, and weighed. Pasture samples were dried in an oven with air circulation at 55°C for 72 hours and weighed again. After obtaining the data for height and mass of green forage and DM, linear regression was determined to calculate the forage mass.

The experimental design used was complete randomized blocks with three treatments (heights), four repetitions (paddocks) and years (2007/2008 and 2008/2009) considered as a blocking factor. Data was checked for normality and subjected to analysis of variance by the mixed procedure of the SAS® statistical program. The statistical model used considered the fixed effect of the treatments (heights) and the random effects of the residue and the years. A covariance structure selection test was performed, using the Akaike information criterion (AIC) to indicate the model that best represented the data, which were analyzed in the SAS® program. The assumptions of the analysis were evaluated (Homoscedasticity test: Box Cox, error normality tests:

Cramer von-Mises, model selection criteria: AIC). Tukey's test **45**

Alimentos e Alimentação Animal

at 5% was used to compare treatments. The variables were subjected to regression analysis, using the different heights as explanatory variable, and applying a polynomial function to the second order. In the regression analysis, the selection of the models was based on the significance of the linear and quadratic coefficients, using the Student t-Test, at 5% probability.

RESULTS AND DISCUSSION

Environmental conditions, mean temperature and cumulative rainfall (Table 1), did not limit forage development.

Table 1. Temperature, precipitation, and rain of December to April in the years 2007/2008 and 2008/2009.

	Maximum1	Minimum1	Mean1	Precipitation2	ND3
2007					
December	31.5	20.0	24.8	204.4	13
2008					
January	29.2	20.1	23.5	325.0	22
January	30.3	19.8	23.9	302.7	20
March	29.6	18.8	23.2	108.4	14

April 29.5 17.2 24.4 70.8 5 Data obtained from the Department of Ciências Exatas of FCAV/Unesp Jaboticabal, located 500 m from the experimental area. ¹Temperature in degrees Celsius (°C); ²millimeters (mm); ³number of days.

Source: Authors.

The frequency of tiller visitation was fitted to the linear equation ($\hat{Y} = 9.51 + 0.09x$, $P = 0.0026$; $r^2 = 0.99$) in relation to the grazing sward heights. The results shows that each 1 cm increment in sward height will lead to an increase of 0.09 visitation days. According to Tesk et al. (2018) the number of animals per area and their needs for nutrients will determine the frequency of visitation (Table 2). It would be expected that swards grazed at shorter heights would have higher frequency of tiller visitation due to the greater stocking rate, however the results seems to indicate that the increases in frequency of tiller visitation, as sward height increases, may be related to the increase in forage digestibility (GOMES et al., 2018).

Alimentos e Alimentação Animal

Table 2. Stocking rate of Palisadegrass managed at different heights (15, 25 and 35cm) during the 2007/08 and 2008/09 (rain season).

Year	Stocking rate ¹			Heights (cm)	CV2 Published article
	15	25	35		
2007/08	5.6	4.3	3.7	12.5	Casagrande et al., 2011
2008/09	5.5	4.2	3.4	7.9	Vieira et al., 2017

¹Animal unit (450 kg of body weight), ²Coeficient of variation (%).

Source: Authors.

The leaf appearance rate was fitted to a negative linear relationship, which predicts that each increase of 1 cm in sward height would lead to a decrease in the leaf appearance rate by 0.0006 tiller/leaf/day. The other morphogenesis variables, number of leaves and final leaf length were fitted to positive linear relationship. The results shows that each increase in 1 cm in sward height would lead to an increase of 0.18 days the phyllochron, 0.10 leaves/tillers the rate of leaf expansion, 0.85 days a leaf life duration, 0.0154 mm/leaf/tiller at the stem elongation rate, 0.035 the number of leaves per tiller and at 4.48 mm/leaf/tiller the final leaf length. The leaf appearance rate assess the frequency that a leaf follows the path along the pseudo stem till its emergence. Swards grazed at greater heights have bigger pseudo stem and therefore a lower appearance rate and a greater phyllochron (SALES et al., 2014). The results obtained in this study for leaf elongation rate, stem elongation rate, final leaf length and number of leaves per tiller seems to be affected by the frequency of visitation to tiller and stocking rate used to maintain the management heights. This increase in the values of these variables indicates that there was a sub-pasture, allowing the canopy to have more leaves and larger leaves, a consequence of the higher

elongation rate, and also a higher elongation of stems, even with the increased frequency of tiller visits. This increase in the frequency of visitation is due to the effect of the decrease in the nutritional values of higher canopies (KUNRATH et al., 2019).

In this study, the leaf's life span, leaf senescence rate and stem elongation rate increased with increasing sward height. These are undesirable characteristics for palisadegrass, which indicates that there is a height where there is a balance in plant production. Leaf life span (LLS) is the morphogenesis variable that determines the balance between leaf tissue development and death. When working with short grazing intervals in relation to the average time of LLS, the pasture efficiency of use will be optimized. However, if the intervals between grazing events are longer than the useful life of the leaves, a greater amount of leaf tissue will senesce before the beginning of the next grazing cycle causing a reduction in grazing efficiency (GASTAL and LEMAIRE, 2015).

The tiller appearance rate (0.32 ± 0.02) and the stability index (0.96 ± 0.01 tiller) were not affected by changes in sward heights. The tiller mortality rate and population density were fitted to a negative linear relationship, while the tiller survival rate fitted to a positive linear relationship. The results suggest that increasing the sward height by 1 cm would cause a decrease in tiller mortality by 0.0030 and the density by 74.71 tillers/m² and the tiller survival would increase by 0.0030.

A factor of great importance in determining the tiller appearance rate is the frequency of tiller visitation during grazing, especially under conditions of severe grazing compared to lenient grazing (MATTHEW et al., 2000). Even at the height of 35 cm, where the visitation of tillers was greater, this variable was not altered, demonstrating the stability (value close to 1.00) in the emission of tillers during the season (SANTANA et al., 2017). The values close to 1.0, of the tillers stability index indicate stable tillers density, in which the number of tillers practically does not vary, despite being the result of a dynamic balance (BAHMANI et al., 2003; SOUSA et al., 2013). The similarity in population density and tiller stability index is probably related to the low incidence of light at the base of the canopy, which negatively affects tillering (MATTHEW et al., 2000). This lower incidence of light is due to the greater amount of forage mass which limits the passage of light to the lower strata of the pasture and thus does not stimulate tillering (SANTANA et al., 2017). Higher swards, in which the number of leaves and their length are greater and where there is more frequency of visitation, the survival rate of these tillers is higher, as there are better conditions for them to establish themselves (SANTANA et al., 2017).

Table 3. Regression of morphogenesis variables and number of Palisadegrass leaves managed under different heights (15, 25, 35 cm) during the 2007/08 and 2008/09 (rain season).

Variable	Equation	r ²	CV ⁴	SEM ⁵	Appearance rate ¹	$\hat{Y} = 0.0985 - 0.0006x$	0.99	22.19	0.0019	Phyllochron ²	$\hat{Y} = 8.87 + 0.18x$
Elongation rate ³	$\hat{Y} = 6.62 + 0.10x$	0.72	27.34	0.25	Leaf life span ²	$\hat{Y} = 37.90 + 0.85x$	0.99	18.38	1.14	Senescence rate ³	$\hat{Y} = 0.75 + 0.14x$
0.88	29.71	0.13	Number of leaves	$\hat{Y} = 3.34 + 0.035x$	0.99	12.12	0.05	Final sheet length ³	$\hat{Y} = 49.50 + 4.48x$	0.99	15.78
2.63	leaf/øller/day;										

²days; ³mm/leaf/øller; ⁴Coeficient of variation; ⁵Standard error mean.

The forage mass was fitted to a positive linear relationship ($\hat{Y} = 2066.2 + 209.6x$; $P = 0.0001$; $r^2 = 0.98$). The results show that would be expected that the increase of 1 cm in the sward height will lead to an increase in forage mass of 209.6 kg/ha. At greater sward heights, leaf life span, pseudo stem elongation rate and lower defoliation frequency leads

48

Alimentos e Alimentação Animal

to greater production of forage mass, leaves and stems (JANUSCKIEWICZ et al., 2019; VIEIRA et al., 2017).

Table 4. Regression equations for the tillering variables of Palisadegrass managed under different heights (15, 25, 35 cm) during the 2007/08 and 2008/09 (rain season).

Variable	Equation	r^2	CV ²	SEM ³
Tiller population density ¹	$\hat{Y} = 5903.4 - 74.71x$	0.94	18.97	156.28
Tiller survival rate ¹	$\hat{Y} = 0.65 + 0.0030x$	0.66	12.65	0.0094
Tiller mortality rate ¹	$\hat{Y} = 0.34 - 0.0030x$	0.66	33.64	0.0094

1 Tiller/ha; 2 Coefficient of variation; 3 Standard error mean.

Source: Authors

The results indicate that grazing palisadegrass grass at 25 cm in a continuous stocking method would not compromise ingestive behavior (VIEIRA et al., 2017) allowing high average daily gain and production per hectare (REIS et al., 2013) and lower methane emissions per kilogram produced (BARBERO et al., 2015). At that time, desirable characteristics of morphogenesis variables (appearance of leaves, phyllochron, leaf life span) and canopy structural (rate of survival and mortality of tillers, forage mass, leaf/stem ratio) are combined. Santana et al. (2017) pointed out that the optimum sward grazing height would be between 20 and 30cm for both continuous and intermittent stocking. Other research groups have developed studies on the effect of different sward grazing heights on palisadegrass grass and recommended the height of 30 cm as the most appropriate for palisadegrass grass when ranging from 25 to 35 cm (FIALHO et al., 2012; EUCLIDES et al., 2014; EUCLIDES et al., 2019). The height of 25 cm was the management criterion for palisadegrass grass in continuous stocking (DELEVATTI et al., 2019) which applied different doses of nitrogen (urea; 0, 90, 180, 270 kg N/ha/year), allowing an average gain of 0.925g/day and a linear increase in the stocking rate of 3.3, 4.6, 5.8 and 6.5 AU/ha, without compromising the canopy structure.

CONCLUSION

Grazing palisadegrass at different sward heights (15, 25, 35 cm) alter the frequency of tiller visitation, as well as the morphogenesis variables, tillering and forage mass of palisadegrass. Based on the results on this study and the literature available, we conclude that grazing palisadegrass at 25 cm (range 20 a 30 cm) of sward height to be most suitable in order to favor plant and animal production under a continuous grazing system.

REFERÊNCIAS

1. BARBERO, R. P. et al. Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bulls. **Anim. Feed Sci. Tech.**, Amsterdam, v.209, p.110–118, Nov. 2015. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.09.010>. Access in: July 8th 2021.
2. BAHMANI, I. et al. Tiller dynamics of perennial ryegrass cultivars derived from different New Zealand ecotype: effects of cultivar, season, nitrogen fertilizer and irrigation. **Aust. J. Agric. Res.**, Clayton, v. 54, n. 8, p. 803-817, Aug. 2003. Available in: <https://doi.org/10.1071/AR02135>. Access in: July 8th 2021.
3. DELEVATTI, L.M. et al. Effect of nitrogen application rate on yield, forage quality, and animal performance in a tropical pasture. **Sci. Rep.**, California, v. 9, e.7596, May 2019. Available in: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44138-x>. Access in: July 8th 2021.
4. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília: EMBRAPA. 2018. 356p.
5. EUCLIDES, V. P. B. et al. Manejo do pastejo de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf e de *Panicum maximum* Jacq. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 7, p. 808-818. Nov./Dec. 2014. Available in: <https://doi.org/10.1590/0034-737x201461000006>. Access in: July 8th 2021.
6. EUCLIDES, V. P. B. et al. Grazing intensity affects forage accumulation and persistence of Marandu palisadegrass in the Brazilian savannah. **Grass Forage Sci.**, v. 74, n. 3, p. 450-462. Sept. 2019. Available in: <https://doi.org/10.1111/gfs.12422>. Access in: July 8th 2021.
7. FIALHO, C. A. et al. Tiller population density and tillering dynamics in marandu palisade grass subjected to strategies of rotational stocking management and nitrogen fertilization. **Acta Sci. - Anim. Sci.**, Maringá, v. 34, n. 3, p. 245-251. Sept. 2012. Available in: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v34i3.13739>. Access in: July 8th 2021. GASTAL, F. and LEMAIRE, G. Defoliation, Shoot Plasticity, Sward Structure and Herbage Utilization in Pasture: Review of the Underlying Ecophysiological Processes. **Agriculture**, v. 5, n. 4, p. 1146–117. Nov. 2015. Available in: <https://doi.org/10.3390/agriculture5041146>. Access in: July 8th 2021.
8. GOMES, F. K. et al. Effects of grazing management in brachiaria grass-forage peanut pastures on canopy structure and forage intake. **J. Anim. Sci.**, v. 96 n. 9, p. 3837-3849. Sept. 2018. Available in: <https://dx.doi.org/10.1093%2Fjias%2Fsky236>. Access in: July 8th 2021.
9. JANUSCKIEWICZ, E.R. et al. Sward structure and ingestive behavior of cows in tropical pastures managed under different forage allowances. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte, v. 71, n. 6, p. 2009-2016. Nov./Dec. 2019. Available in: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-10913>. Access in: July 8th 2021.
10. KUNRATH, T.R. et al. Sward height determines pasture production and animal performance in a long-term soybean-beef cattle integrated system. **Agric. Syst.**, v. 177, e.102716. Jan. 2020. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102716>. Access in: July 8th 2021.
11. MATTHEW, C.; ASSUERO, S. G.; BLACK, C. K. Tiller Dynamics of Grazed Swards. In: LEMAI RE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; NABINGER, C. (orgs.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. New York: CABI, 2000. chap. 7, p.127-151.

12. REIS, R. A.; BARBERO, R. P.; HOFFMANN, A. Impactos da qualidade da forragem em sistemas de produção de bovinos de corte. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 37, n. 292,

p. 36-53. 2016.

13. REIS, R. A. et al. (2013) Performance of young nelore bulls grazing marandu grass pasture at different heights. **Trop. Grassl.**, v. 1, n. 1, p. 114-115. Sept. 2013. Available in: [https://doi.org/10.17138/tgft\(1\)114-115](https://doi.org/10.17138/tgft(1)114-115). Access in: July 8th 2021.
14. SALES, E. C. J. et al. Características morfogênicas e estruturais da Brachiaria brizantha cv. Marandu submetida a diferentes doses de nitrogênio e alturas de resíduos. **Semin. Cienc. Agrar.**, Londrina, v. 35, n. 5, p. 2673-2684. 2014. Available in: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n5p2673>. Access in: July 8th 2021.
15. SANTANA, S. S. et al. Canopy characteristics and tillering dynamics of Marandu palisade grass pastures in the rainy–dry transition season. **Grass Forage Sci.**, v.72, n. 2, p. 261–270. Jun. 2017. Available in: <https://doi.org/10.1111/gfs.12234>. Access in: July 8th 2021.
16. SOLLENBERGER, L.E.; CHERNEY, D.J.R. Evaluating Forage Production and Quality. In: BARNES, R. F.; MILLER, D. A.; NELSON, C. J. (orgs.). **The Science of Grassland Agriculture**. Iowa: State University Press, 1995. chap. 7, p. 97-110.
17. SOUSA, B. M. L. et al.. Piatã palisade grass deferred with two distinct initial heights: luminous environment and tillering dynamics. **Rev. Bras. de Zootec.**, Viçosa, v. 42, n. 1, p. 36-43. Jan. 2013. Available in: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982013000100006>. Access in: July 8th 2021.
18. TESK, C. R. M. et al. Impact of grazing management on forage qualitative characteristics: a review. **Sci. Electron. Arch.**, v. 11, n. 5, p. 188-197. Oct. 2018. Available in: <https://doi.org/10.36560/1152018667>. Access in: July 8th 2021.
19. VIEIRA, B. R. et al. Ingestive behavior of supplemented Nelore heifers grazing palisadegrass pastures managed with different sward heights. **Anim. Sci. J.**, v. 88, n. 4, p. 696-704. Apr. 2017. Available in: <https://doi.org/10.1111/asj.12696>. Access in: July 8th 2021.

Minerais orgânicos na nutrição de suínos: uma revisão de literatura

Alexandre de Mello Kessler UFRGS

Marcos Speroni Ceron
UNIFENAS

Carlos Augusto Rigon Rossi UFSM

Henrique da Costa Mendes Muniz
UFSM

Vladimir de Oliveira
UFSM



10.37885/210805882

Bruno Neutzling Fraga UNIPAMPA

Daniela Regina Klein UFSM

Michael Silveira Reis UNIFENAS

Carlos Eduardo Botega UNIFENAS

RESUMO

Os minerais são elementos essenciais para composição das dietas, uma vez que exercem várias funções essenciais no organismo dos suínos, estando disponíveis no mercado nas formas orgânica e inorgânica. Os minerais orgânicos são elementos de alta estabilidade, solubilidade e disponibilidade biológica, sendo constituídos por íons metálicos adsorvidos por substâncias orgânicas (aminoácidos, peptídeos ou polissacarídeos). Com isso, esses minerais são mais biodisponíveis em relação aos inorgânicos, resultando em menores taxas de excreção pelos suínos, agregando sustentabilidade ao sistema suinícola de produção. Assim, o objetivo desta revisão de literatura é abordar de maneira prática-científica os principais minerais orgânicos utilizados na nutrição de suínos.

Palavras-chave: Alimentação, Quelato, Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

A literatura científica possui catalogados 96 elementos minerais, porém, destes, ape

nas 16 são considerados nutricionalmente essenciais, os quais desempenham diversas funções metabólicas no organismo animal, atuando nos sistemas imunológicos, respiratório, reprodutivo, além da formação esquelética, entre outras utilidades (ESPÍNDOLA, 2016). São classificados segundo suas necessidades dietéticas em macrominerais (g-dia^{-1}) e microminerais (mg-dia^{-1}), onde na forma orgânica por estarem associados a outras moléculas (estas sim orgânicas), possuem maior biodisponibilidade em relação a fontes inorgânicas, favorecendo a aplicabilidade do conceito de nutrição de precisão, em relação aos minerais (Mc DONALD et al., 2002; ESPÍNDOLA, 2016).

O conceito da nutrição de precisão pode ser considerado uma técnica inovadora nos últimos anos de pesquisas em suínos, visando melhorar a eficiência de utilização dos principais nutrientes pelo animal sendo eles proteína, carboidratos, lipídeos, vitaminas e minerais. Sabe-se que o desbalanço da quantidade de minerais na dieta pode resultar em problemas no crescimento, reprodução e saúde dos suínos (NRC, 2012).

Tratando-se exclusivamente de minerais, a maioria das exigências obtidas nas referências literárias foram mensuradas com animais com baixo melhoramento genético, sendo muitas delas estimadas de forma empírica (RUTZ e MURPHY, 2009), o que, segundo Leeson (2008), pode funcionar, porém, corre-se o risco de déficits, excesso e até mesmo interações adversas entre minerais as quais podem resultar tanto em redução do desempenho quanto aumento dos níveis nas excreções. Além disso, a determinação empírica das exigências nutricionais em microminerais tem sido essencialmente realizada com fontes inorgânicas de baixa biodisponibilidade, como óxidos e sulfatos, o que superestima as necessidades diárias no caso de ser usada fonte mais disponível como os minerais orgânicos.

A melhora do metabolismo e do desempenho dos animais monogástricos e a redução da contaminação ambiental por minerais inorgânicos (McCartney, 2008) pode ser obtida pelo uso de minerais orgânicos. Esses são obtidos pela ligação de íons metálicos a uma molécula orgânica o que resulta em estruturas mais estáveis e com elevada biodisponibilidade mineral (AAFCO, 2000). O objetivo desta revisão de literatura foi abordar de maneira prática-científica os principais minerais orgânicos utilizados na nutrição de suínos.

DESENVOLVIMENTO

Zinco:

O zinco (Zn), às vezes classificado como metal de transição ainda que estritamente não seja, possui massa atômica de 65,4 u e apresenta-se nos tecidos de origem vegetal e

animal, com maior concentração no fígado, pele e pelos. Atua como cofator na consti tuição de várias enzimas corporais e está envolvido no processo de multiplicação celular (SAKOMURA et al., 2014).

O zinco inorgânico na forma de óxido (ZnO) é muito utilizado para o controle de diar reia (*Escherichia coli*) e como promotor de crescimento em leitões pós-desmame, devido ao seu baixo custo (GAUDRÉ e QUINOU, 2009). A suplementação de zinco proporciona efeitos benéÀcos ao sistema imunológico dos animais, pois possui propriedades anti-inÀa matórias. No entanto, a absorção de Zn inorgânico varia conforme idade, componentes da dieta e estado Àsiológico animal (FURLAN e POZZA, 2014). O zinco orgânico possui maior biodisponibilidade em relação à sua forma inorgânica, podendo ser encontrado quelatado a aminoácidos como o zinco-lisina e zinco-metionina, ou complexado a proteína parcialmente hidrolisada ou polissacarídeos (RUTZ e MURPHY, 2009).

A substituição parcial ou total do zinco inorgânico pelo orgânico pode trazer bene fícios ao desempenho dos animais e reduzir a excreção de nutrientes (CARLSON et al., 2004). A substituição gradual do zinco inorgânico por níveis menores de zinco-metionina (ZnMet) não apresentou efeitos negativos sobre o desempenho e a digestibilidade dos nutrientes em leitões recém-desmamados (XIE, 2019). Nesse estudo, a suplementação de 50 mg·kg⁻¹ de ZnSO₄ + 25 mg·kg⁻¹ de ZnMet em dieta a base de milho e farelo de soja para leitões melhorou a digestibilidade do zinco e, conseqüentemente, o sistema imunológico na fase mais crítica da produção.

O fornecimento de altas doses (200 e 2.500 mg·kg⁻¹) do quelato zinco-glutamato em curto prazo (7 dias), reduziram a colonização por *Escherichia coli* no intestino de leitões recém-desmamados (MAZZONI et al. 2010), sendo também observado maior altura de vilo sidade e profundidade de cripta no duodeno, o que pode favorecer o processo de absorção dos nutrientes pelos animais.

Cobre

O cobre (Cu) é um metal de transição, com massa atômica de 63,5 u, apresenta-se em estado sólido à temperatura ambiente. Este micromineral é necessário para o crescimento ósseo e formação de algumas enzimas cúpricas como: citocromo-oxidase, amina-oxidase, **55**

Alimentos e Alimentação Animal

catalase, peroxidase, ceruloplasmina, lactase, uricase, tirosinase e dismutase-superóxido (SAKOMURA, 2014). Além disso, está associado ao metabolismo do ferro e na síntese de hemoglobina (BERTECHINI, 2014).

O cobre inorgânico (sulfato de cobre) é muito utilizado como promotor de crescimento para suínos devido ao seu baixo custo, possui efeito antimicrobiano e causa aumento nos níveis de RNAm para hormônio do crescimento (BERTECHINI, 2014). Além disso, no pós-abate os animais apresentam redução na quantidade de gordura na carcaça e aumento da quantidade de ácidos graxos insaturados (AMER e ELLIOT, 1973; PETTIGREW e ESNAOLA, 2001). Contudo, a absorção intestinal do Cu é relativamente baixa e varia conforme a fonte utilizada, assim o uso indiscriminado pode causar problemas ao meio ambiente (RUTZ e

MURPHY, 2009). Desta maneira, recomenda-se o uso de fontes orgânicas devido à maior absorção e retenção nos tecidos corporais.

O uso do complexo quitosana-cobre (CS-Cu), na dieta de leitões desmamados melhora a morfologia do intestino delgado ao aumentar a altura das vilosidades e da relação altura de vilosidade/profundidade de cripta (XIAOJING, 2017). O CS-Cu pode aumentar a quantidade de nutrientes prontamente disponíveis para absorção intestinal e, assim, melhorar o desenvolvimento e a regeneração das vilosidades intestinais. Desta maneira, a integridade intestinal contribui para o aumento da saúde intestinal ao reduzir a apoptose das células epiteliais do íleo e a incidência de diarreia.

O fornecimento de Cu orgânico pode melhorar o crescimento e a conversão alimentar de suínos nas fases de creche, crescimento e terminação (ÁLVAREZ, 2019). Efeito atribuído à ação antimicrobiana do Cu melhora a absorção dos nutrientes à nível intestinal (RUTZ e MURPHY, 2009).

Existem evidências que a suplementação de quelato de Cu ($80 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) em substituição ao CuSO_4 (4 e $160 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) causou aumento ($P < 0,05$) no peso de carcaça e profundidade de lombo. Álvarez et al. (2019) observaram que a suplementação com proteinato de Cu causou aumento ($P < 0,05$) na área de olho de lombo em fêmeas, redução ($P < 0,05$) na espessura de toucinho em machos castrados e aumento ($P < 0,05$) nos rendimentos dos cortes primários e na qualidade da carne. As melhorias observadas nas características de carcaça ocorrem porque o Cu é responsável por estimular o hormônio do crescimento, atuar como regulador da lipólise e favorecer a deposição de proteína (KRISHNAMOORTHY et al., 2016; ZHOU et al., 1994). Além disso, o Cu atua como cofator da enzima citocromo oxidase que é essencial na produção de ATP na cadeia respiratória (LIM e PAIK, 2006). Portanto, a maior biodisponibilidade do Cu orgânico favorece a produção do ATP na célula e mantém a integridade das proteínas musculares, melhorando a qualidade da carne.

Na perspectiva ambiental, a substituição do Cu inorgânico (CuSO_4) por análogos orgânicos pode ser benéfica. Em leitões na fase de creche, a suplementação com proteinato de Cu ($100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) permitiu reduzir ($P < 0,05$) a ingestão, aumentar ($P < 0,05$) a absorção e a retenção corporal Cu, além de reduzir ($P < 0,05$) a excreção (VEUM 2004). Nas fases de crescimento e terminação, nas quais os suínos produzem grande quantidade de dejetos, o uso de Cu orgânico permite reduzir excreção de Cu (LIU et al., 2016), sem comprometer o desempenho dos animais.

Ferro

O ferro (Fe) é um metal de transição com massa atômica de 55,8 u, sendo o quarto elemento mais abundante na crosta terrestre. É um mineral importante para o organismo do animal ao constituir a hemoglobina, mioglobina, citocromo, succinato-desidrogenase, oxidase e oxigenase. O Fe também é necessário para a mineralização adequada do tecido ósseo a

Àm de proteger a medula espinhal e é um cofator das enzimas envolvidas na síntese dos neurotransmissores (SPENCER e PALMER, 2012).

A suplementação de ferro na forma inorgânica, com o uso de sulfato ferroso (FeSO_4), geralmente é feita nas primeiras semanas de vida dos leitões quando há deÀciência. A anemia ferropriva em leitões provém da baixa reserva de Fe corporal no recém-nascido associada a baixa concentração deste mineral no leite da porca (ABCS, 2014).

O Fe orgânico, quelato ou complexado à aminoácidos ou polissacarídeos, é quimicamente mais estável e utiliza os mesmos mecanismos de absorção de proteína e polissacarídeos o que o torna mais biodisponível (RUTZ e MURPHY, 2009; CHABAEV et al., 2020).

Pesquisas indicam que a suplementação de porcas com Fe orgânico no terço Ànal da gestação, período onde ocorre maior desenvolvimento dos tecidos maternos e crescimento dos fetos, pode ser eÀcaz para melhorar o peso ao nascer das leitegadas (WAN et al., 2018). Isso ocorre porque o fornecimento de Fe orgânico pode melhorar a absorção de Fe intestinal, e consequentemente aumentar a transferência de Fe via placenta aos fetos (NOVAIS et al., 2016). O uso de Fe e outros minerais proteinados (Cu, Mn e Zn) em porcas gestantes e lactantes, causa aumento do peso dos leitões ao nascimento e desmame, bem como aumentou os níveis de Fe no leite (LIANXIANG et al., 2020). Os autores justificam que maior biodisponibilidade do Fe orgânico favorece a passagem do mineral através da placenta e da glândula mamária aumentando o crescimento pré e pós-natal. Nesse estudo, o uso de mineral orgânico permitiu redução de 20% nos requerimentos nutricionais de Fe, Cu, Mn e Zn, aproximadamente, causando redução da presença desses microminerais nas fazes das matrizes. No entanto, os efeitos sobre desempenho reprodutivo das porcas ainda

são inconsistentes na literatura, variando conforme a fonte de mineral inorgânico utilizada (NOVAIS et al., 2016; WAN et al., 2018).

A suplementação de leitões lactentes com o complexo metal-aminoácido, em substituição ao sulfato de ferro contribuiu para redução da mortalidade e na incidência de diarreia (GRELA et al., 2005). Já para leitões recém-desmamados, tanto o uso de FeSO_4 , quanto Fe-Gly, causaram aumento ($P < 0,05$) na concentração de Fe nos tecidos musculares e melhorias na integridade do epitélio intestinal, quando comparados ao grupo controle (ZHUO et al., 2019).

Selênio

O Selênio (Se) é um elemento químico com massa atômica de 79 (78,96) u, a utilização do selênio (Se) na alimentação humana e animal desperta a atenção de pesquisadores por ser um micromineral essencial que quando ingerido em altas concentrações se torna altamente tóxico (GIERUS, 2007; PUTAROV, 2010; CALVO et al., 2017). O interesse primário pelo Se ocorreu devido ao seu efeito tóxico, mas em 1957 Schwarz e Foltz descobriram que Se também é um elemento traço essencial e as pesquisas passaram a se concentrar no papel metabólico e nas consequências de sua deÀciência. Dada a baixa disponibilidade

do selênio em forrageiras, cereais e grãos proteicos, a suplementação desse mineral em animais de produção é uma prática comum desde 1970. Durante as últimas décadas, estudos sugerem que a forma de selênio ofertada na dieta determina sua eficiência e as exigências nutricionais dos animais (FONTINHAS, 2021).

O Se pode se apresentar na natureza em duas categorias: orgânica e inorgânica. A maior contribuição para o consumo de Se é via dieta e tipicamente é encontrada em cereais, carnes, ovos e leite, onde a sua concentração varia amplamente entre as fontes. Nos tecidos vegetais a concentração dependerá da região geográfica e do nível e disponibilidade do Se encontrado no solo (NRC, 2006; PUTAROV, 2010). Para os tecidos animais, a concentração de Se dependerá da quantidade ingerida presente na dieta (TODD, 2006). Algumas plantas e microrganismos são capazes de substituir o enxofre (S) dos aminoácidos cisteína e metionina por Se inorgânico, transformando-os em fontes orgânicas: a selenocisteína (SeCis) e selenometionina (SeMet).

Enquanto que a forma predominante de suplemento de selênio para animais é o selenito de sódio inorgânico, a principal forma natural é a L-selenometionina, um análogo de selênio do aminoácido metionina (JACQUES, 2001).

A absorção de Se está diretamente ligada à sua forma química como biocomplexo ou inorgânica. A forma biocomplexada mais utilizada na suinocultura é a selenometionina (principal forma de selênio nas leveduras) por possuir absorção semelhante à da metionina **58**

Alimentos e Alimentação Animal

(BURK et al., 2003). A selenometionina ingerida é absorvida no intestino delgado por meio do sistema de transporte de aminoácidos sódio dependente, ou seja, por transporte ativo (SCHRAUZER, 2000), enquanto que a forma inorgânica é absorvida por meio de difusão simples (BERTECHINI, 2014).

A absorção de Se por fontes biocomplexadas e inorgânicas são distintas, porém todo o Se absorvido é convertido a seleneto inorgânico e seleneto de hidrogênio (H_2Se) antes da incorporação específica da selenocisteína no sítio ativo das selenoproteínas (DANIELS, 1996). Schrauzer (2000), afirma que a selenometionina que não é prontamente metabolizada incorpora-se em tecidos com alta síntese proteica, como músculos esqueléticos, eritrócitos, pâncreas, fígado, rim, estômago e mucosa intestinal. E por fim, o selenito de sódio em excesso é excretado (OLIVEIRA et al., 2014).

A principal característica que torna o Se um elemento bastante estudado é o seu potencial antioxidante que combate os radicais livres relacionados à oxidação das membranas celulares. É importante ressaltar que a vitamina E previne a formação de peróxidos enquanto o Se combate os peróxidos formados que são radicais livres extremamente danosos às células (BERTECHINI et al., 2014). Esta ação ocorre pela ativação da enzima glutathione peroxidase (GSH-Px) em conjunto com outras enzimas não selenadas (superóxido dismutase e catalase) que constituem o sistema primário de defesa antioxidante (LI et al., 2017).

As selenoproteínas possuem atividades enzimáticas aprimoradas pela incorporação específica de selênio por meio da selenocisteína (COULOIGNER et al., 2015). São conhecidas pelo menos 25 selenoproteínas comuns para animais e humanos dentre elas estão as glutathione peroxidases, tioredoxina redutases e iodotironina desidrodases (CHANG et al., 2017).

O Se atua também na regulação dos níveis dos hormônios tireoideanos, por meio da enzima iodotironina deiodinase responsável por catalisar a reação de conversão de T4 em T3, sua forma ativa (NRC, 2006). Outra função do Se está relacionada com a manutenção do sistema imunológico, segundo Cao et al. (2014), uma ingestão adequada do micromineral garante uma melhor função imune e uma deficiência pode ocasionar uma depleção nos mecanismos de defesa.

A deficiência de Se induz o estresse oxidativo, inflamação e apoptose celular, além de causar distúrbios estruturais e funcionais nos tecidos dos animais como: músculos, fígado, sistema imunológico, rim, pâncreas e tireoide (DALIA et al., 2017). As principais doenças que acometem os animais domésticos nutricionalmente deficientes em Se são a distrofia muscular, a diátese exsudativa, o fígado necrótico e as doenças cardíacas (Zarczynska et al., 2013; Cao et al., 2014), além do comprometimento reprodutivo pela perda da integridade funcional dos espermatozoides.

Estudos para avaliar o impacto do Se na nutrição de reprodutores suínos abrangem os benefícios na puberdade, melhoria da libido, do vigor sexual e no desenvolvimento e manutenção das glândulas endócrinas (CLOSE e COLE, 2001). A partir disso, sabe-se que dietas inadequadas para reprodutores suínos reduzem a motilidade espermática e aumentam as anormalidades morfológicas, principalmente as relacionadas à peça intermediária com menor concentração de ATP e menor atividade da enzima glutathione peroxidase (GPx) nas mitocôndrias (MARIN-GUZMAN et. al., 1997). Portanto, machos que consomem dietas com baixo teor de selênio produzem células espermáticas com baixa motilidade e anormalidades aumentadas (HANSEN e DEGUCHI, 1996). Além disso, o selênio é um micromineral essencial necessário para o crescimento embrionário, biossíntese de testosterona e participa na formação e desenvolvimento de espermatozoides (BEHNE et al., 1996).

A suplementação com selênio orgânico ajuda no aumento do número de doses seminais e reduz o custo médio da dieta por dose seminal (SPEIGHT et al., 2012). Reprodutores suplementados com selênio orgânico, quando comparado com aqueles que recebiam selênio inorgânico na dieta, apresentaram uma concentração espermática significativamente maior (SPEIGHT et al., 2012), e também maior número de espermatozoides totais por ejaculado (MARIN-GUZMAN et. al., 1997; MARTINS et al., 2015).

O mecanismo pelo qual o selênio aumenta o número das doses seminais ainda é amplamente desconhecido, no entanto, alguns mecanismos moleculares foram propostos. O selênio desempenha um papel na regulação da proliferação e diferenciação das células germinativas no testículo. Por isso, sugere-se que seu papel não é limitado apenas como antioxidante (GSH-Px) ou como componente estrutural da bainha mitocondrial do espermatozoide (SHALINI e BANSAL, 2006). Foi demonstrado que, além de estar envolvido na formação das células espermáticas, o selênio também é necessário no metabolismo normal da testosterona e na manutenção de morfologia testicular.

As formas de selênio disponíveis para a nutrição animal são classificadas em três ge

rações distintas (L-SeMet, OH-SeMet e Zn-L-SeMet). A última geração ou produtos puros se destacam na suplementação animal por apresentar resultados positivos comparados às gerações anteriores. Todos os aditivos de terceira geração apresentam como característica comum o selênio (Se) disponível sob a forma de selenometionina (SeMet) (FONTINHAS, 2021). A principal vantagem em suplementar os animais com SeMet frente às fontes inorgânicas é que, devido à similaridade química entre a metionina e a SeMet, essa última é absorvida e metabolizada como uma molécula de metionina. Essa característica leva à formação de um depósito inespecífico de Se em cadeias de aminoácidos corporais (i.e. proteínas corporais), que pode ser utilizado posteriormente pelos animais de maneira mais eficiente e segura. Por outro lado, todas as outras formas de Se não criam depósitos de Se e, **60**

Alimentos e Alimentação Animal

portanto, qualquer excesso é excretado imediatamente pelos animais, evitando sua toxicidade (FONTINHAS, 2021).

Dada a diversidade de opções disponíveis, a comunidade científica buscou maneiras de avaliar a eficácia destes diferentes aditivos. Admite-se, no entanto, que a melhor maneira de avaliar a bioeficácia das formas puras de SeMet é pela comparação da deposição de Se nos tecidos animais, sendo a deposição em músculos a referência mais utilizada. Jachacz et al., (2017), publicaram uma meta-análise com a compilação de 13 estudos diferentes, onde se concluiu que quando suplementadas a mesma dose, L-SeMet e OH-SeMet apresentaram a mesma eficiência.

Manganês

O manganês (Mn) é um metal de transição, com massa atômica de 54,9 u e apresenta-se em estado sólido à temperatura ambiente. De acordo com Leeson e Summers (2001), quem primeiro demonstrou que o manganês era elemento essencial para nutrição animal foi Kemmerer e colaboradores em 1931. O manganês está envolvido na síntese da matriz orgânica da cartilagem epifisária, pois ativa as enzimas glicosiltransferases necessárias para a síntese de sulfato de condroitina que compõe a molécula de proteoglicana da cartilagem e zonas de crescimento (LEACH, 1986). O manganês também é necessário para a fosforilação oxidativa na mitocôndria, para síntese de ácidos graxos e incorporação de acetato no colesterol (LEESON e SUMMERS, 2001).

O manganês está envolvido na manutenção do tecido conjuntivo, no crescimento ósseo, nas funções reprodutivas e no metabolismo de carboidratos e lipídios como cofator da enzima piruvato carboxilase, além de diversas outras (APPLE et al., 2005; KIEFER, 2005). A deficiência deste mineral acarreta em prejuízos ao crescimento, desenvolvimento do esqueleto e função reprodutora. É possível observar alterações no ciclo estral, reabsorção fetal, redução da secreção láctea e nascimento de leitões fracos e com ataxia (COMINETTI e COZZOLINO, 2009; MORENO et al., 2012).

Componente da enzima superóxido dismutase mitocondrial (SOD), o manganês é responsável pela correta metabolização dos radicais livres nas mitocôndrias, sendo essencial para a síntese de sulfato de condroitina, um componente dos mucopolissacarídeos da

matriz orgânica dos ossos (NRC, 2012). O manganês exerce papel importante na função imunológica por interagir com a atividade de neutrófilos e macrófagos (FURLAN e POZZA, 2014; MATEOS et al., 2005). Outras funcionalidades deste mineral seriam para a fosforilação oxidativa na mitocôndria, para a síntese de ácidos graxos e incorporação de acetato no colesterol (LEESON e SUMMERS, 2001).

A ativação da enzima superóxido dismutase pelo manganês desencadeia a quebra de radicais livres e, conseqüentemente, pode proporcionar uma redução nos valores das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico em cortes de carne suína, auxiliar na prevenção da descoloração da carne na prateleira. Quando em deficiência há aumento na deposição de gordura (FURLAN e POZZA, 2014).

O manganês possui baixa absorção e, portanto, sua excreção relativa nas fezes é considerada alta (FURLAN e POZZA, 2014). Talvez, isso decorra da baixa biodisponibilidade nos principais alimentos (LEESON e SUMMERS, 2001). Alguns fatores afetam positivamente a absorção como a deficiência de ferro (Fe), enquanto que altos níveis de cálcio (Ca) e fósforo (P) prejudicam (HILL e SPEARS, 2001).

A absorção e excreção parecem ser dependentes da formação de um quelato natural especialmente com sais biliares e mudanças marcantes têm sido notadas na distribuição do manganês no organismo com o uso de quelatos artificiais (LEESON e SUMMERS, 2001). O manganês é encontrado em pequena quantidade na maioria dos tecidos, em níveis de 2 a 4 ppm nos ossos, fígado, hipófise, glândulas mamárias, rins, pâncreas e nos músculos em níveis de 1 ppm (ANDRIGUETTO et al., 2002).

As exigências de manganês para suínos são baixas, a recomendação média é de 4,11 mg·kg⁻¹ de ração para suínos dos 35 aos 135 quilogramas (NRC, 2012). Ammermam et al. (1995), observaram que a disponibilidade relativa para o Mn-metionina e Mn-proteinato foram 120 e 110%, respectivamente, quando comparado com o sulfato de manganês. As fontes proteicas vegetais contêm normalmente de 30 a 50 mg·kg⁻¹ de manganês e as fontes de origem animal entre 5 e 15 mg kg⁻¹ (HILL e SPEARS, 2001). Além disso, esse mineral traço é altamente concentrado nas camadas exteriores dos grãos, isto significa que a inclusão de farelo dos alimentos pode aumentar o manganês dietético (SUTTLE, 2010). Porém, Baker (2001), sugere que no milho, soja, farelo de trigo e farinha de peixe o manganês deve ser considerado praticamente indisponível para frangos e suínos, enquanto que no farelo de arroz a biodisponibilidade é mínima.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Faz-se que perante o conceito de nutrição de precisão, não se trata mais da quantidade de determinado nutriente, mas sim sua eficiência de utilização pelo organismo animal. Com o uso de minerais orgânicos na alimentação dos suínos, busca-se uma fonte mineral com maior biodisponibilidade, sendo encontrado em produtos biossintéticos, ou combinados com aminoácidos, polissacarídeos, entre outras formas, a fim de melhorar o desempenho

animal e reduzir a carga poluente ocasionada pelo excesso de minerais indisponíveis ao metabolismo animal que são excretados através dos dejetos.

REFERÊNCIAS

1. ÁLVAREZ, C.M.B. et al. Effect of copper proteinate inclusion in food on growth performance, carcass traits and meat quality of finishing pigs. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 22, p. 153-161, 2019.
2. AMER, M.A.; ELLIOT, J.I. Influence of supplemental dietary copper and vitamin E on the oxidative stability of porcine depot fat. **Journal of Animal Science**, v.37, p. 87-90, 1973.
3. AMMERMAN, C. B. et al. **Bioavailability of Nutrients for Animals: Amino Acids, Minerals, and Vitamins**. San Diego: Academic Press, p. 440, 1995.
4. ANDRIGUETTO, J. M. et al. **Nutrição animal, as bases e os fundamentos da nutrição animal: os alimentos**. Nobel, São Paulo, v.1, p.27-30, 2002.
5. APPLE, J. K., et al. Influence of dietary manganese source and supplementation level on pork quality during retail display. **Journal of Muscle Foods**, v. 16, p. 207-222, 2005.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS (ABCS). **Produção de suínos, teoria e prática**. Brasília ABCS, 908p, 2014.
7. ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS. (AAFCO). Official Publication. Association of American Feed Control Officials, 2000.
8. BAKER, D.H. Bioavailability of minerals and vitamins. In: LEWIS, A.J.; SOUTHERN, L.L. **Swine Nutrition**, 2. ed. Boca Raton: CRC Press, p.357-379, 2001.
9. BEHNE, D. et al. Effects of selenium deficiency on testicular morphology and function in rats. **Journal of Reproduction and Fertility** v. 106, p. 291-297, 1996.
10. BERTECHINI, A. G. Metabolismo de Minerais. In: SAKOMURA, N. K. et al. **Nutrição de não ruminantes**, Ed. FUNEP, Jaboticabal, p 375-388, 2014.
11. BURK, R.F. et al. Selenoprotein metabolism and function: evidence for more than one function for selenoprotein P. **Journal of Nutrition**, v.133, p.1517-1520, 2003.
12. CALVO, L. et al. Effect of dietary selenium source (organic vs. mineral) and muscle pH on meat quality characteristics of pigs. **Food Science & Nutrition**, v.5, n.1, p.94-102, 2017.
13. CAO, J. et al. Effects of dietary Selenomethionine supplementation on growth performance, antioxidant status, plasma selenium concentration, and immune function in weaning pigs. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v.5, p. 46-53, 2014.
14. CARLSON, M. S. et al. Evaluation of various inclusion rates of organic zinc either as polysaccharide or proteinate complex on the growth performance, plasma, and excretion of nursery pigs. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 1359-1366, 2004.
15. CHABAEV, M. G. et al. Effects of different levels and forms of chelated metal proteinates on productive performance and metabolic processes in fattening young pigs. **Russian Agricultural Sciences**, v. 46, p. 161-166, 2020,
16. CHANG, Y. et al. Designing Core-Shell Gold and Selenium Nanocomposites for Cancer Radiochemotherapy. **ACS Nano**, v. 11, p. 4848-4858, 2017.

17. CLOSE, W. H.; COLE, D. J. A. Nutrition of Sows and Boars. **Nottingham University Press**. United Kingdom. p. 9-27. 2001.
18. COMINETTI, C., COZZOLINO, S. M. F. Funções plenamente reconhecidas de nutrientes: Selênio. **Série de publicações ILSI Brasil**, São Paulo, v. 8, p. 1-20, 2009.
19. COULOIGNER, F. et al. Selenium deposition kinetics of different selenium sources in muscle and feathers of broilers, **Poultry Science**, v. 94, p. 2708-2714, 2015.
20. DALIA, A. M. et al. The effect of dietary bacterial organic selenium on growth performance, antioxidant capacity, and Selenoproteins gene expression in broiler chickens. **BMC Veterinary Research**, v. 13, p. 254, 2017.
21. DANIELS, L. A. Selenium metabolism and bioavailability. **Biological Trace Element Research**, v. 54, p. 185-199, 1996.
22. ESPINDOLA, G. B. **Nutrição de animais monogástricos de produção**. Fortaleza: Expressão gráfica e editor, p. 204, 2016.
23. FONTINHAS, G. Terceira geração de selênio: L-SeMet, OH-SeMet ou Zn-SeMet, quais são as diferenças? Nutri News Brasil. Adisseo A Bluestar Company. <https://pt.engormix.com/avicultura/artigos/terceira-geracao-selenio-semet-t46857.htm>http, 2021.
24. FURLAN, A. C.; POZZA, P. C. Exigências de minerais para suínos. In: SAKOMURA, N.K. et al. **Nutrição de não ruminantes**. 1 ed. Jaboticabal: FUNEP, p.405-423, 2014.
25. GAUDRÉ, D.; QUINIOU, N. What mineral and vitamin levels to recommend in swine diets? In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 46, p. 190, 2009.
26. GIERUS, M. Fontes orgânicas e inorgânicas de selênio na nutrição de vacas leiteiras: digestão, absorção, metabolismo e exigências. **Ciência Rural**, v. 37, p. 1212-1220, 2007.
27. GRELA, E. R. et al. Efficacy of iron additive in sulphate or chelate form in piglet diet. In: **Annals Of Animal Science**, Kraków v. 5, 2005.
28. HANSEN, J. C.; DEGUICH, Y. Selenium and fertility in animals and man-a review. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 37, p. 19-30, 1996.
29. HILL, G. M., SPEARS, J. M. Trace and ultratrace elements in swine nutrition. In: LEWIS, A.J.; SOUTHERN, L.L. **Swine Nutrition**, 2. ed. Boca Raton: CRC Press, p. 229-262, 2001.
30. JACHACZ, J. et al. The effect of various selenium sources on tissue enrichment in broiler chickens: a meta-analysis. In: **21º European Symposium on Poultry Nutrition**, p. 8-11 2017.
31. JACQUES, K. A. Selenium metabolism in animals: the relationship between dietary selenium form and physiological response. In: LYONS, T.P.; JACQUES, K.A. (Eds) **Science and Technology in the Feed Industry**. Proceeding. Nottingham: Nottingham University Press, p. 319-348, 2001.
32. KANG, D. et al. The role of selenium metabolism and selenoproteins in cartilage homeostasis and arthropathies. **Experimental & Molecular Medicine**, v. 52, p. 1198-1208, 2020.
33. KIEFER, C. Minerais quelatados na nutrição de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 2, p. 206-220, 2005.

34. KRISHNAMOORTHY, L. et al. Copper regulates cyclic-AMP-dependent lipolysis. **Nature Chemical Biology**, v. 12, p. 586- 592, 2016.
35. LEACH, R. M. Manganese and glycosyltransferases essential for skeletal development. In: SCHARAMM, V. L.; WEDLER, F.C. **Manganese in metabolism and enzyme function**. New York: Academic Press, 1986. p.81-91.
36. LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Nutrition of chicken**. 4 th ed. Guelph: Guelph University Books, p. 415, 2001.
37. LEESON, S. Trace minerals in poultry nutrition-2. Copper and zinc – the next pollution frontier. **World Poultry**, v. 3, p. 14-16, 2008.
38. LI, J. L. et al. Effects of different selenium sources on growth performance, antioxidant capacity and meat quality of local Chinese Subei chickens. **Biological Trace Element Research**, v. 181, p. 340-346, 2017.
39. LIANXIANG, M. et al. Effects of low-dose organic trace minerals on performance, mineral status, and fecal mineral excretion of sows. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 33, p. 132-138, 2020.
40. LIM, K. S.; PAIK, I. K. Effects of dietary supplementation of copper chelates in the form of methionine, chitosan and yeast in laying hens. **Asian-Australasian Journal Animal Science**, v. 19, p. 1174-1178, 2006.
41. LIU, B. et al. Effects of replacing of inorganic trace minerals by organically bound trace minerals on growth performance, tissue mineral status, and fecal mineral excretion in commercial grower-finisher pigs. **Biological Trace Element Research**, v. 173, p. 316-324, 2016.
42. MARIN-GUZMAN, J. et al. Effects of dietary selenium and vitamin E on boar performance and tissue responses, semen quality, and subsequent fertilization rates in mature gilts. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 2994-3003, 1997.
43. MARTINS, S. M., et al. Organic selenium supplementation increases PHGPx but does not improve viability in chilled boar semen. **Andrologia**, v. 17, p. 85-90, 2015.
44. MATEOS, G. G. et al. Trace minerals: What text books don't tell you. In: TAYLOR-PICKARD, J. A; TUCKER, L. A. **Re-defining Mineral Nutrition**. Nottingham University Press, UK, p. 21- 62, 2005.
45. MAZZONI, M. et al. Effect of two doses of different zinc sources (inorganic vs. chelated form) on the epithelial proliferative activity and the apoptotic index of intestinal mucosa of early-weaned pigs orally challenged with E. coli K88. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 23, p. 777-785, 2010.
46. MCCARTNEY, E. Trace mineral in poultry nutrition-1. Sourcing safe minerals, organically? **World Poultry**, v. 24, p. 14-15, 2008.
47. MC DONALD, P. et al. **Nutrición Animal**. Ed. ACRIBIA. Zaragoza - España, p. 587, 2002.
48. MORENO, A. M. et al. Deficiências nutricionais. In: SOBESTIANSKY, J.; BARCELLOS, D. **Doenças dos suínos**, 2. ed. Goiânia: Cânone, p.611-626, 2012.
49. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. **Nutrient Requirements of Dogs and Cats**. Natl. Acad. Press, Washington, DC, 2006.

50. NATIONAL RESEARCH COUNCIL.NRC. **Nutrient Requirements of Swine**. Natl. Acad. Press, Washington, DC, 2012.
51. NOVAIS, A. K. et al. The effect of supplementing sow and piglet diets with different forms of iron. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, p. 615-621, 2016
52. OLIVEIRA, T. F. B. et al. Effect of different sources and levels of selenium on performance, meat quality, and tissue characteristics of broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 23, p. 15-22, 2014.
53. PETTIGREW, J. E.; ESNAOLA, M.A. Swine nutrition and pork quality: a review. **Journal of Animal Science**. v. 79, p. 316-342, 2001.
54. PUTAROV, T. V. Avaliação de fontes de selênio e seus efeitos no perfil metabólico e condição reprodutiva de cães. **Dissertação**. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP (BRA), p.72, 2010.
55. RUTZ, F.; MURPHY, R. Minerais orgânicos para aves e suínos. In: CBNA. **I Congresso Internacional sobre Uso da Levedura na Alimentação Animal**. p. 21-36, 2009.
56. SAKOMURA, N. K. et al. **Nutrição de não ruminantes**. 1 ed. Jaboticabal: FUNEP, p. 678, 2014.
57. SCHRAUZER, G. N. Selenomethionine: A Review of Its Nutritional Significance, Metabolism and Toxicity. **The Journal of Nutrition**, v. 130, p. 1653-1656, 2000.
58. SCHWARZ, K.; FOLTZ, C. M. Selenium as an integral part of factor 3 against dietary necrotic liver degeneration. **Journal of the American Chemical Society**, v. 79, p. 3292-3293, 1957.
59. SHALINI, S.; BANSAL, M.P. Role of selenium in spermatogenesis: differential expression of cjun and cfos in tubular cells of mice testis. **Molecular and Cellular Biochemistry**, v. 292, p. 27-38, 2006.
60. SPEIGHT, S.M. et al. Effects of organic selenium supplementation on growth performance, carcass measurements, tissue selenium concentrations, characteristics of reproductive organs, and testis gene expression profiles in boars. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 533-542, 2012.
61. SPENCER, P. S.; PALMER, V. S. Interrelationships of undernutrition and neurotoxicity: food for thought and research. **Neurotoxicology**, v. 33, p. 605-616, 2012.
62. SUTTLE, N. F. **Mineral nutrition of livestock**. 4 ed. Cambridge: CABI, 2010, 587 p.
63. TODD, S. E. Metabolism of selenium in cats and dogs. **Thesis**. Massey University, Palmerston North, New Zealand, p. 230, 2006.
64. VEUM, T. L. et al. Copper proteinate in weanling pig diets for enhancing growth performance and reducing fecal copper excretion compared with copper sulfate. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 1062-1070, 2004.
65. WAN, D. et al. Maternal dietary supplementation with ferrous N-carbamylglycinate chelate affects sow reproductive performance and iron status of neonatal piglets. **Animal**, v. 12, p. 1372-1379, 2018.
66. XIAOJING, Y. et al. Dietary chitosan-cu chelate affects growth performance and small intestinal morphology and apoptosis in weaned piglets. **Czech Journal of Animal Science**, v. 62, p. 15-21, 2017.

67. XIE, Y. et al. The effects of partially or completely substituted dietary zinc sulfate by lower levels of zinc methionine on growth performance, apparent total tract digestibility, immune function, and

visceral indices in weaned piglets. **Animals**, v. 9, p. 236- 247, 2019.

- ^{68.} ZARCZYNSKA, K. et al. Effects of selenium on animal health. **Journal of Elementology**, v.18 p. 329-340, 2013.
- ^{69.} ZHAO, J. et al. Effects of a chelated copper as growth promoter on performance and carcass traits in pigs. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 27, p. 965-973, 2014.
- ^{70.} ZHOU, W. et al. The role of feed consumption and feed efficiency in copper-stimulated growth. **Journal of Animal Science**, v.72, p. 2385-2394, 1994.
- ^{71.} ZHUO, Z. et al. Heme and non-heme iron on growth performances, blood parameters, tissue mineral concentration, and intestinal morphology of weanling pigs. **Biological Trace Element Research**, v. 187, p. 411-417, 2019.

Monitoramento do nitrogênio uréico no leite: nutrição animal, qualidade ambiental e do leite

Luciana dos Reis Valadão
UEG

Karyne Oliveira Coelho
UEG

Edmar Soares Nicolau
UFG

Rodrigo Balduino Soares Neves
UEG

RESUMO

O excesso de proteína na dieta, quando não aproveitada pelo animal é convertida em amônia no rúmen, e através da parede ruminal a amônia é transferida para a corrente sanguínea e devido a sua toxicidade, o fígado a transforma em ureia, a qual é excretada na urina. A quantificação do Nitrogênio Uréico no Leite (NUL) é uma ferramenta utilizada para indicar o status nutricional das vacas, dessa forma quando os níveis de NUL estão elevados em um rebanho, pode ser reflexo do pouco aproveitamento da proteína dietética, sendo que a avaliação dos níveis de NUL tem se mostrado uma técnica rápida, pouco invasiva, e eficiente para monitorar a nutrição das vacas em lactação. Observou-se por meio da revisão da literatura que a análise de NUL é uma importante ferramenta que permite adequar o nível proteico das dietas, o que contribui para a redução dos custos com alimentação, redução das excreções de nitrogênio no ambiente decorrentes do excesso de proteína dietética, além de perdas reprodutivas e melhor qualidade dos alimentos disponibilizados ao consumidor.

Palavras-chave: Ureia, Proteína, Nutrição Animal, Exigência, Sustentabilidade. **69**

INTRODUÇÃO

Alimentos e Alimentação Animal

O Brasil, segundo o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), é o

terceiro maior produtor mundial do setor leiteiro. O leite está entre os seis primeiros produtos mais importantes da agropecuária brasileira, com produção de mais de 30 bilhões de litros anuais. 98% dos municípios do país desenvolvem a atividade, predominando pequenas e médias propriedades, empregando aproximadamente 4 milhões de pessoas (MAPA, 2020).

Cita-se que a produtividade sempre foi um fator primordial na atividade leiteira, porém no cenário atual o que dita as regras no mercado do leite não é apenas produção a qualidade é fator determinante para a aceitação do produto e estabelecimento do preço a ser pago pelo mesmo.

Sabe-se que a proteína na dieta tem grande importância para o desempenho produtivo de vacas em lactação. Tanto dietas com níveis proteicos deficientes quanto em excesso geram impacto negativo sobre a atividade leiteira (MEYER, 2003; PACHECO et al., 2020). A concentração de nitrogênio uréico no leite (NUL) se propõe como um indicador para o monitoramento da nutrição proteica de vacas em lactação, permitindo ajustar o conteúdo de proteína e energia da dieta, reduzir o custo de alimentação e aumentar o desempenho produtivo do rebanho.

O NUL também está diretamente ligado à quantidade de nitrogênio que é liberado na urina, desta forma, além de auxiliar na verificação dos níveis proteicos da dieta, tem importante papel no controle da quantidade de nitrogênio que é liberada pelos animais via urinária. Uma vez que este é um elemento contaminante ao meio ambiente e apenas 35% do nitrogênio consumido é secretado no leite, o restante pela urina e fezes (CHASE, 1994).

Desta forma, o monitoramento do NUL é de extrema importância para o ponto de vista ambiental, permitindo reduzir o teor de nitrogênio excretado pelos animais no ambiente, no âmbito tecnológico, altos níveis de NUL resultam em leite com menores teores de proteína verdadeira, o monitoramento e adequação do mesmo contribuirão de forma positiva no rendimento e qualidade dos lácteos, nutricionalmente possibilitará o fornecimento de dietas com níveis proteicos adequados aos rebanhos e menos onerosas ao produtor, desta forma o conhecimento sobre o NUL se faz necessário para o profissional das áreas de agrárias e para o produtor rural.

REVISÃO DA LITERATURA

Nitrogênio Uréico do Leite

De acordo com Walstra e Jenness (1984) o leite apresenta além das proteínas e peptídeos, uma fração de compostos nitrogenados não-proteicos (NNP) como a ureia, a creatina e a creatinina que perfazem aproximadamente 5% do total de nitrogênio do leite,

em contrapartida o nitrogênio proteico representa 95%.

O nitrogênio uréico representa a porção de nitrogênio no leite na forma de ureia. O nível de NUL segue os níveis de Nitrogênio Uréico Plasmático (NUP), com atraso de uma a duas horas, desta forma o NUL reflete o nível de nitrogênio sanguíneo nas últimas 12 horas em que o leite foi produzido (PERES, 2001).

Peres (2001) explica que alta concentração de proteína bruta (PB) na dieta, de modo especial Proteína Degradável no Rúmen (PDR) está positivamente associada com maior degradação de proteína e concentração de amônia ruminal. Quando a concentração de amônia no rúmen excede a capacidade de captura e utilização pela microbiota ruminal, a mesma é absorvida pela parede do rúmen e transportada ao fígado, por meio do sistema porta e então transformada em ureia, o que eleva o teor de nitrogênio uréico no plasmático (NUP). A concentração de ureia equilibra-se rapidamente aos Ácidos corporais, incluindo o Leite (NUL), o que resulta em alta correlação com o NUP, o excesso de nitrogênio além de ser liberado no leite também é excretado na urina e fezes.

Rebanhos que apresentam altos níveis de NUL são indicativos de que as vacas não utilizam a proteína de forma eficiente, ao invés disso, excretam grande quantidade de nitrogênio na urina. Rebanhos com baixo NUL indica uso extremamente eficiente da proteína da dieta ou uma possível deficiência protéica. A determinação de NUL é uma análise relativamente simples. Níveis de NUL muito abaixo de 10 mg/dL (média de rebanho) refletem ou uma deficiência de proteína na dieta ou alta eficiência no aproveitamento da PDR, com pleno aproveitamento de amônia disponível às bactérias. Por outro lado, níveis de NUL de 15 mg/dL podem indicar excesso de proteína degradável na dieta sem ajustar com uma fonte adequada de carboidrato (CHO) (FERNANDES e SENO, 2009).

Quadro 1. Valores referenciais de nitrogênio uréico no leite (NUL) de acordo com diferentes autores.

Fonte	NUL mg/dL
Moore e Varga (1996)	10 a 14
Jonker et al. (1998)	10 a 16
Peres (2001)	12 a 18
Meyer (2003)	10 a 16
Fernandes e Seno (2009)	10 a 15

Como demonstrado no Quadro 1, estudos propõem valores de NUL considerados normais, aqueles que não sejam inferiores a 10 mg/dL e nem superiores a 18 mg/dL. Valores inferiores ou superiores aos citados podem indicar inadequado manejo nutricional

Métodos de análise de nitrogênio uréico no leite

A análise NUL é uma alternativa que vem se difundindo na bovinocultura leiteira (MEYER, 2003). De acordo com Magalhães (2003) geralmente análises de NUL são realizadas com auxílio de equipamentos automatizados pelos métodos de calorimetria enzimática, feita por meio de urease, por métodos enzimáticos potenciométricos, onde a amônia que é produzida é detectada por eletrodos, ou por espectrofotometria em infravermelho. Tais equi

pamentos permitem rapidez no processo de análise e fornecem resultados muito precisos. O método de determinação laboratorial da ureia no leite (NUL) realizada por método logia enzimática, baseia-se na reação de Berthelot. Primeiramente a amostra é coletada e transportada para um reservatório automaticamente e mantida a 40°C, onde é adicionada a enzima urease que durante a reação libera amônia e dióxido de carbono. Tempo após a incubação, a adição de uma solução de corante e um ativador, forma um complexo de coloração verde. A intensidade da cor é proporcional à concentração de amônia a qual é determinada espectrofotometricamente. Para a leitura é adicionado um catalisador no corante para acelerar a reação, melhorando a sensibilidade do método. O uso de instrumento de alta precisão dispensa a utilização de diluições. Os resultados são expressos em mg/dL (AOAC, 1994 citado por MEYER, 2003; FAGAN, 2010; BOTARO et al., 2011; CONTI, 2011).

Fatores que afetam o nitrogênio uréico no leite

A composição do leite está susceptível a alterações, uma vez que vários fatores ligados ao manejo, genética e estado nutricional podem afetar os constituintes básicos do leite (SANTOS e FONSECA, 2007). Fatores genéticos influenciam na composição do leite de modo lento, enquanto que os ligados ao manejo e a nutrição podem proporcionar alterações de forma mais rápida e econômica (GONZÁLEZ, 2004).

No que se refere à nutrição animal diversos fatores podem influenciar no aumento de nitrogênio uréico no plasma e por consequência no leite. O aumento da ingestão de proteína e/ou aumento da proporção de PDR são fatores que resultam em maior proporção de proteína dietética sendo convertida em amônia (NRC, 1989).

Fernandes e Seno (2009) relataram que os teores de proteína da dieta e a degradabilidade diferentes das mesmas, tem efeitos sobre a produção de leite e as concentrações de NUL e do NUP. Tanto a deficiência de proteína quanto os excessos de proteína não degradável no rúmen (PNDR) e ou PDR trazem desvantagem em relação à dieta ajustada às

exigências do NRC (1989), que recomenda de 35 a 40% da proteína bruta (PB) total, como não degradável no rúmen. Duas dietas com o mesmo teor de proteína, porém com degradabilidade diferente, resultam em diferentes produções de leite como também diferentes teores de NUL e NNP, o que afeta o teor da caseína e menor rendimento do queijo (Tabela 1).

Tabela 1. Formulação de dietas e efeitos no nitrogênio uréico plasmático (PUN), no nitrogênio uréico do leite (NUL), NNP (nitrogênio não protéico) do leite e na produção de leite.

Indicadores	Dietas																					
	A	B	C	D	E																	
PB(%)	12,2	15,2	15,5	16,4	17,6	PNDR1	80	100	120	100	120	PDR2	80	100	80	120	120	Leite (kg/dia)	23,6	26,4	24,4	25,2
26,0	PUN (mg/dL)	8,2 ^d	14,8 ^c	16,5 ^b	17,8 ^a	20,7 ^a	NUL (mg/dL)	5,6 ^d	14,8 ^c	16,5 ^b	17,8 ^a	20,7 ^a	NNP do leite (g/100g N total)	28,7 ^c	33,9 ^b	35,6 ^b	36,8 ^b	39,8 ^a				

¹Proteína não degradável no rúmen (% de recomendação do NRC, 1989). ²Proteína degradável no rúmen (% de recomendação do NRC, 1989). ^{A,b,c,d} (p<0,05).

Fonte: ROSELER et al. (1993) apud FERNANDES e SENO (2009).

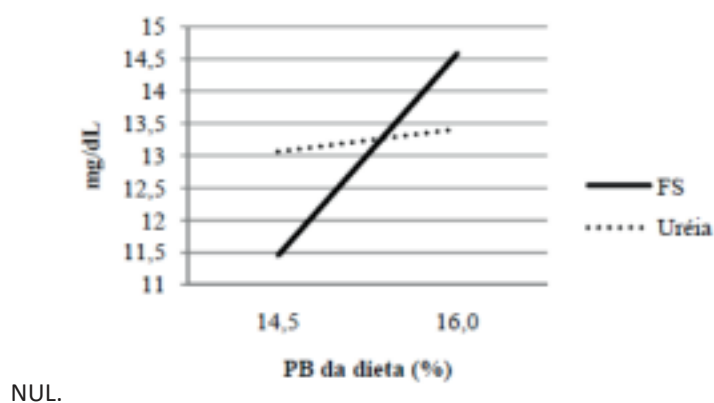
Fontaneli (2001) ressalta que a proteína não degradável poderá ter efeito positivo desde que seja complementar a proteína microbiana. Se o $\text{per}\Delta\text{l}$ aminoacídico for inferior ao necessário para a síntese de proteína no leite, o efeito pode ser negativo. Conti (2011) verificou que o NNP foi influenciado pelo teor de PB da dieta, sendo maior para as dietas com 16% de PB em relação as dietas com 14,5% de PB. Houve interação entre a fonte nitrogenada e o teor de proteína bruta da dieta para a PB e proteína verdadeira do leite.

A produção de leite com alta concentração de NUL é indicativo de excesso de PB na dieta, o que onera o custo alimentar e reduz a eficiência produtiva (MEYER, 2003). Dietas com quantidade inadequada de energia podem ocasionar excesso de amônia ruminal, desencadeando aumento da concentração de NUP associado à redução na concentração de proteína no leite (NRC, 1989).

As dietas que continham ureia como fonte nitrogenada principal foi mais eficiente, com menor excreção de NUL (Figura 1).

Alimentos e Alimentação Animal

Figura 1. Interação entre a fonte nitrogenada e o teor de proteína bruta da dieta sobre o



Fonte: CONTI, 2011. *Farelo de soja (FS).

A utilização de dietas com alto teor de proteína, com grande fração de rápida degradação ruminal sem o adequado suporte de energia faz com que haja um aumento do NNP no leite, o que pode ser aferido pela presença elevada de ureia no leite. O teor de NUL é altamente relacionado com o de ureia no sangue que, por sua vez, reflete o excesso de proteína degradável no rúmen ou a falta de glicídios fermentescíveis no rúmen (PERES, 2001). O Quadro 2 resume situações que podem alterar o NUL.

Silva e Veloso (2011) justificaram que essa redução da proteína do leite é em função do

efeito de diluição, por causa do aumento da produção total de leite, mas a principal razão estaria ligada à menor disponibilidade de aminoácidos na glândula mamária. O teor de proteína do leite tem grande correlação com a síntese de proteína microbiana, uma vez que esta apresenta alto valor biológico, é rica em aminoácidos essenciais para o ruminante, com perfil aminoacídico semelhante ao da proteína do leite e com menor custo de produção.

Quadro 2. Fatores que afetam o valor de nitrogênio uréico no leite (NUL).

Proteína do leite %	NUL baixo (<12)	NUL médio (12-18)	NUL alto (>18)
	- PB - Proteína solúvel - Proteína degradável	- PB - CHO não estruturais - Aminoácidos	- Proteína degradável. - Deficiência de: - CHO não estruturais - Desbalanço de AA - Excesso de: - Proteína solúvel - Proteína degradável. - Deficiência de: - CHO não estruturais
< 3,0% >3,2 %			
Deficiência de:	Adequação de AA. Deficiência de: - Proteína solúvel - Proteína degradável. Excesso de: - CHO não estruturais Deficiência de:	Balanço de AA Balanço de CHO - Excesso de: - PB - Proteína solúvel	

Nitrogênio Uréico no leite (NUL); Proteína Bruta (PB); Carboidrato (CHO); aminoácido (AA).

Fonte: FONTANELI (2001).

Conti (2011) ressalta que as dietas devem favorecer a máxima síntese de proteína microbiana. Em dietas desbalanceadas ou com excesso de PB ou PDR há aumento da concentração de compostos de origem proteica no leite, que apesar de incrementar a PB do leite, não favorecem o rendimento dos produtos lácteos, por não causar aumento da proteína verdadeira.

A adição de gordura geralmente leva a uma redução no teor de proteína do leite em torno de 0,1 a 0,3 unidades percentuais, ou cerca de 0,07% para cada 450g de gordura adicionada. Uma explicação encontrada para tal fato é que os microrganismos do rúmen não são aptos para a utilização da gordura como fonte de energia para o seu desenvolvimento afetando a síntese de proteína microbiana e, conseqüentemente, o fornecimento de aminoácidos para a composição da proteína do leite (FONTANELI, 2001). De acordo com Meyer et al. (2006) entre os fatores não-nutricionais, a produção de leite e a concentração de proteína do leite são os que mais se correlacionam com as concentrações de NUL. Para aumento de 1 kg na produção de leite, há um aumento de 0,1054 mg/ dL na concentração de NUL, podendo utilizar deste parâmetro como indicador de avaliação nutricional em vacas em lactação.

Botaro et al. (2011) avaliaram o efeito da raça Holandês, Jersey e Girolando; Contagem de Células Somática (CCS) e período do ano sobre a composição e frações proteicas do leite. Observou que os teores de NUL no leite diferiram entre as raças estudadas apresentando maior média entre os animais da raça Holandês (11,76%), conforme demonstrados na Tabela 2.

Doska et al. (2012) afirmaram que vacas leiteiras de alta produção apresentam maiores valores de NUL, quando comparadas a vacas de menor produção. Esta relação positiva é

explicada devido ao alto teor de PB na dieta de vacas de alta produção, resultando em maior liberação de amônia e assim elevação dos teores de NUL.

Gonzalez et al. (2004) e Martins et al. (2006) verificaram diferença para os teores de proteína total e verdadeira para as estações do ano, com maiores médias durante primavera e o verão e não constataram efeito do período do ano sobre o teor de NUL. Tais resultados diferiram dos encontrados por Botaro et al. (2011) onde não observaram efeito das estações do ano sobre os teores de proteína bruta e verdadeira, porém, houve efeito sobre o NUL com maior média nos meses de verão e outono.

Por outro lado, Hojman et al. (2005) constataram que a estação do ano tem efeito significativo no teor de NUL, sendo maiores nas estações mais quentes, primavera e verão, e menores nos meses mais frios, outono e inverno. Fagan et al. (2010) também constataram que os fatores ambientais das estações do ano causaram variação na produção e composição do leite, assim como nos valores de NUL.

75

Alimentos e Alimentação Animal

De acordo com Silveira et al. (2013) maiores valores de NUL ocorreram nas estações mais quentes do ano, aos quais correspondem a primavera e verão. Porém, variação nos valores de NUL por estação, podem decorrer do perfil nutricional de cada experimento. Regiões onde há maior disponibilidade de gramíneas de inverno, que são muito ricas em PB, acabam aumentando os valores de NUL nesta estação.

Tabela 2. Médias de nitrogênio uréico no leite, proteína total, proteína verdadeira e nitrogênio não-proteico do leite de acordo com a Raça, contagem de células somáticas (CCS) e estação do ano.

		Raça			
Componente		Holandês (n=146) Jersey (n=59) Girolando (n=264)			
NUL ² (mg/dL)	11,76 ^a 9,43 ^b 9,17 ^b	Proteína total (%)	3,21 ^b 3,38 ^a 3,22 ^b	Proteína Verdadeira (%)	3,06 ^b 3,25 ^a 3,07 ^b
Nitrogênio não-proteico (%)		0,152 ^a 0,133 ^b 0,139 ^b			
		Classe de células somáticas (x103 células/mL) n=286			
		<280 281-500 501-780 >781			
Proteína total (%)		3,19 3,21 3,25 3,21	Proteína Verdadeira (%)	3,03 3,07 3,11 3,07	Nitrogênio não-proteico (%)
		0,141 0,141 0,140			
		Período do ano (n=284)			
		Primavera Verão Outono Inverno			
Proteína total (%)		3,23 3,22 3,24 3,20	Proteína Verdadeira (%)	3,11 3,08 3,08 3,06	Nitrogênio não-proteico (%)
		0,15 ^{ab} 0,16 ^a 0,14 ^b			

Médias seguidas por letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Adaptado de Botaro et al. (2011).

Meyer et al. (2006) relataram que a CCS influenciou as concentrações de NUL, os quais diminuíram em 0,29 mg/dL a cada aumento de uma unidade de CCS. Porém os resultados de Botaro et al. (2011) se diferiram, a CCS não influenciou nas frações nitrogenadas apesar da mastite também ser responsável pelo aumento das concentrações de NNP, em especial os teores de NUL.

Meyer et al. (2006) observaram que dentre os componentes do leite, a concentração de proteína foi o que mais explicou a variabilidade de NUL. A cada aumento de uma unidade percentual de proteína, sólidos totais, lactose e gordura do leite, observaram-se decréscimos na concentração de NUL, sendo assim, altas concentrações de NUL causam diminuição

dos sólidos do leite.

Ureia: meio ambiente e aspectos tecnológicos

A produção animal tem sido identificada como uma das principais fontes de poluição ambiental, devido excessivo volume de dejetos que são lançados no meio ambiente sem **76**

Alimentos e Alimentação Animal

tratamento (DANADIO e BOGA, 2005). Magalhães (2003) destacou que o nitrogênio apresenta importância em locais de produção animal intensa. Os dejetos dos animais contribuem para a poluição do ambiente, especialmente, em função do nitrogênio, que convertido em amônia é volatilizada para o ar, assumindo importância na contaminação do mesmo e para o efeito estufa. Os nitratos que se incorporam no solo podem ser perdidos por lixiviação, o que gera um impacto ambiental negativo, afetando os lençóis freáticos.

Bergner (2009) citou que a compreensão do metabolismo do nitrogênio depende da digestão e absorção do nitrogênio na forma de proteína, peptídeos e aminoácidos, da síntese de proteína, da excreção do nitrogênio via fezes via urina e nas inter-relações entre os produtos da excreção e dos mecanismos de controle da biossíntese da proteína. Jonker et al. (1998) ressaltaram que os teores de NUL e NUP são base para se efetuar ajustes visando evitar desperdícios por perdas urinárias de nitrogênio, que geram prejuízos à produção animal e em consequência contaminação ambiental.

O aumento dos teores de NUL também repercute de forma negativa na tecnologia de produção dos derivados, quando em altas concentrações determina menor rendimento industrial na produção de queijos, uma vez que parte da proteína verdadeira formada pela caseína e proteínas do soro são substituídas pelo nitrogênio não proteico (CORASSIM e GRATÃO, 2006; GRANDE e SANTOS, 2010).

Gustafsson e Palmquist (1993) em seus estudos constataram que no processo de fabricação de queijos cujo leite possuía teores mais elevados de NUL, gastava-se maior tempo no processo de coagulação, além da diminuição da qualidade do produto final.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade é fator determinante para a cadeia produtiva; para o produtor ela é responsável por melhor preço a ser pago pelo leite, e para a indústria é sinônimo de lácteos com qualidade e rendimento. Leite de baixa qualidade causa perdas ao setor, representa um risco à segurança alimentar, impossibilita a conquista de mercados mais lucrativos e compromete a credibilidade da cadeia (DÜRR, 2005).

O NUL é uma importante ferramenta frente a três âmbitos, nutricional, tecnológico e ambiental. Nutricionalmente permite monitorar os teores proteicos das dietas, repercutindo em menores teores de nitrogênio liberados principalmente via urinária, minimizando prejuízos econômicos e ambientais.

No ponto de vista tecnológico, leite com altos índices de NUL possui menores teores de proteína verdadeira o que compromete o rendimento industrial e a qualidade dos derivados, alterando as

características sensoriais de lácteos fermentados, portanto, conhecer o perfil e a associação

deste parâmetro as características produtivas de vacas leiteira mestiças **77**

Alimentos e Alimentação Animal

auxiliará o setor na intervenção e adoção de medidas corretivas, visando a melhoria dos índices de produção e qualidade do leite.

REFERÊNCIAS

1. BERGEN, W.G.; WU, G. Intestinal nitrogen recycling and utilization in health and disease. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.139, n.5, p.821-825, 2009.
2. BERKE, O. Exploratory spatial relative risk mapping. **Preventive Veterinary Medicine**, v.71, p.173-182, 2005.
3. BOGA, P. B. F; DONADIO, A. P. **Questões Ambientais Frente ao Cenário Econômico da Política de Produção Animal Em Escala Industrial**. Disponível em: <<http://www.abolicionismoanimal.org.br/artigos/questoesambientaisfrenteaoceanarioeconomicodapoliticadeproducaoanimalnaescalaindustrial.pdf>>. Acesso em: 13 de setembro de 2021.
4. BOTARO, B.G.; CORTINHAS, C. S.; MESTIERI, L.; MACHADO, P. F.; SANTOS, M.V. Composição e frações proteicas do leite de rebanhos bovinos comerciais. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v 18, n. 1, p. 81-89, 2011.
5. CÂMARA, G.; ORTIZ, M.J. Sistemas de Informação Geográfica para Aplicações Ambientais e Cadastrais: Uma Visão Geral. In: SOUZA E SILVA, M. **Cartografia, Sensoriamento e Geoprocessamento**. Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p.59-88.
6. CARVALHO M. S.; SOUZA-SANTOS, R. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problema, perspectivas. **Caderno de Saúde Pública**, v. 21, n. 2, p. 361-378, 2005.
7. CHASE, L. F. Environmental considerations in developing dairy rations. In: **The Cornell Nutrition Conference**. Proceedings. Ithaca: Cornell University Press, 1994. p.56-62.
8. CONTI, L. H. A. **Efeito do teor de proteína e fonte nitrogenada em dietas com cana-de-açúcar sobre frações proteicas do leite, balanço nitrogenado e parâmetros metabólicos sanguíneos de vacas lactantes**. 2011. 68f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10135/tde01102012-155542/>>. Acesso em: 01 de setembro de 2021.
9. CORASSIN, C. H.; GRATÃO, P. R. Ureia e qualidade do leite. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v.3, n.6, 2006.
10. DIAS, J. A. **Procedimentos para a coleta de amostras de leite para contagem de células somáticas, contagem bacteriana total e detecção de resíduos de antibiótico**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2012. 15 p.
11. DOSKA, M.C. et al. Sources of variation in milk urea nitrogen in Paraná dairy cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.41, n.3, p.692-697, 2012.
12. DURR, J. W. **Como produzir leite de alta qualidade**. 4.ed. Brasília: SENAR, 2012. 44p.
13. FAGAN, E. P.; JOBIM, C. C.; JÚNIOR, M. C.; DA SILVA, M. S.; DOS SANTOS, G. T. Fatores ambientais e de manejo sobre a composição química do leite em granjas leiteiras do Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v.32, n.3, p.309-316, 2010.

14. FERNANDES, A. R. M.; SENO, L. O. Proteína na alimentação de vacas leiteiras. In: OLIVEIRA, M. D. S.; SOUZA, C. C. **Bovinocultura Leiteira: Àsiologia, nutrição e alimentação de vacas leiteiras**. Jaboticabal: Funep, 2009. p.92-120.
15. FONTANELI, R. S.; Fatores que afetam a composição e as características físico-químicas do leite. SEMINARIO NA DISCIPLINA BIOQUÍMICA DO TECIDO ANIMAL, 2001, Rio Grande do Sul, **Anais...** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.
16. GONZÁLEZ, D. H. F. Composição bioquímica do leite e hormônios na lactação. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; DURR, J. W.; FONTANELI, R. S. **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. p.5-22.
17. GONZÁLEZ, D. H. F. Pode o leite refletir o metabolismo da vaca? In: DURR, J. W. **O compromisso com a qualidade do leite no Brasil**. Passo Fundo: UFF, 2004. p.195-197.
18. GONZALEZ, H. L.; FISCHER, V.; RIBEIRO, M. E. R. Avaliação da qualidade do leite na bacia leiteira de Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, p.1531-1543, 2004.
19. GRANDE, P. A.; SANTOS, G. T. **Níveis de uréia no leite como ferramenta para utilização das fontes de proteínas na dieta das vacas em lactação**. 2010. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, 2010.
20. GUSTAFSSON, A.H.; PALMQUIST, D. L. Diurnal variation of rumen ammonia, serum urea, and milk urea in dairy cows at high and low yields. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.76, n. 2, p.475-84, 1993.
21. HOJMAN, D.; GIPS, M.; EZRA, E. Association between live body weight and milk urea concentration in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.88, n.2, p.580-584, 2005.
22. JONKER, J.S.; KOHN, R.A.; ERDMAN, R.A. Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.81, p.2681-2692, 1998.
23. MAGALHÃES, A. C. M. **Teores de nitrogênio uréico no leite e no plasma de vacas mestiças**. 2003. 46f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.
24. MARTINS, P. R. G.; SILVA, C. A. D.; FISCHER, V.; RIBEIRO, M. E. R.; STUMPF JÚNIOR, W.; ZANELA, M. B. Produção e qualidade do leite na bacia leiteira de Pelotas-RS em diferentes meses do ano. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.1, p.209-214, 2006.
25. MEYER, P. M. **Fatores não nutricionais que afetam as concentrações de nitrogênio uréico no leite**. 2003.131f. Tese (Doutorado em agronomia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
26. MEYER, P. M.; MACHADO, P. F.; COLDEBELLA, A.; CASSOLI, L. D.; COELHO, K. O.; RODRIGUES, P. H. M. Fatores não-nutricionais e concentração de nitrogênio uréico no leite de vacas da raça Holandesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.3, p.1114-1121, 2006.
27. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA) – Disponível em <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/mapa-do-leite>. Acesso em 10 de agosto de 2021.

28. MOORE, D.A.; VARGA, G. BUN and MUN: urea nitrogen testing in dairy cattle. **Compendium on continuing education for practising veterinarian**, v.18, p.712-721, 1996.
29. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6.ed. Washington: National Academy Press, 1989. 157p.
30. NEVES, R. B. S. **Distribuição Temporal e Espacial da Qualidade do Leite no Estado de Goiás**. 2015. 97p. Tese (Doutorando em Ciência Animal). Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.
31. PACHECO, R. F.; SUDOSKI, W.; MORAIS, B. C.; VEIGA, J. O. S. Probabilidade de produção de leite com teores de gordura e proteína desejados pela indústria. **Boletim de Indústria Animal**, São Paulo, v. 77, p. 1-14, 2020.
32. PERES, J. R. O leite como ferramenta de monitoramento nutricional. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; DURR, J. W.; FONTANELI, R. S. **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: UFRGS, 2001, p.30-45.
33. PORTER, E. M. **Competição, estratégias competitivas essenciais**. 7.ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1999. 211p.
34. SANTOS, M. V.; FONSECA, L. F. L. **Estratégias para controle de mastite e melhoria da qualidade do leite**. São Paulo: Manole, 2007. 314p.
35. SILVA, J. C. P. M.; VELOSO, C. M. **Manejo para Maior Qualidade do Leite**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2011. 181p.
36. SILVEIRA, N.S.D.; KOERICH, G.; STUART, B.M. InÂuência da estação do ano e do terço da lactação na concentração de nitrogênio uréico do leite de vacas leiteiras da região leste de Santa Catarina. In: XII Congresso Internacional do Leite, XII Workshop de Políticas Públicas, XIII Simpósio de Sustentabilidade da Atividade Leiteira, 2013. **Anais...** Cidade: XII Congresso Internacional do Leite, 2013.
37. WALSTRA, P.; JENNESS, R. Proteins. In: WALSTRA, P.; JENNESS, R.; BADINGS, H. T. **Dairy chemistry and physics**, New York: John Wiley & Sons, 1984. p.8-122.