

Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
(Organizadores)



Inovação e tecnologia nas
CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Atena
Editora
Ano 2021

2

Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
(Organizadores)



Inovação e tecnologia nas
CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Atena
Editora
Ano 2021

2

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

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

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

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

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

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

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

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

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

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

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia

Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa



Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



Inovação e tecnologia nas ciências agrárias 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Bruno Oliveira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

I58 Inovação e tecnologia nas ciências agrárias 2 /
Organizadores Pedro Henrique Abreu Moura, Vanessa
da Fontoura Custódio Monteiro. – Ponta Grossa - PR:
Atena, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-771-7
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.717211612>

1. Ciências agrárias. I. Moura, Pedro Henrique Abreu
(Organizador). II. Monteiro, Vanessa da Fontoura Custódio
(Organizadora). III. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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



DECLARAÇÃO DA EDITORA

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



APRESENTAÇÃO

A área de Ciências Agrárias reúne conhecimentos relacionados à agricultura, pecuária e conservação dos recursos naturais. A pesquisa nessa área é importante para o desenvolvimento de produtos, processos ou serviços para as cadeias produtivas de vegetais, animais e desenvolvimento rural.

Destaca-se que a inovação e tecnologia devem ser aliadas na incorporação de práticas sustentáveis no campo, garantindo às gerações futuras a capacidade de suprir as necessidades de produção e qualidade de vida no planeta.

Nesta obra, intitulada “*Inovação e tecnologia nas Ciências Agrárias 2*”, é apresentado uma ampla diversidade de pesquisas nacionais e internacionais reunidas em 19 capítulos.

Dentre esses capítulos, o leitor poderá entender mais sobre a agricultura familiar como forma de garantir a produção agrícola, o uso das tecnologias da informação e comunicação no ensino e aprendizagem de estudantes de Técnico Agropecuário no México, utilização de geoprocessamento para estudar a dinâmica de pastagens, a relação entre pecuária e desflorestamento, estatística em experimentos agrônômicos, bem como vários trabalhos voltados para pecuária e medicina veterinária.

Convidamos também para apreciarem o primeiro volume do livro, que reúne trabalhos voltados à agricultura, com pesquisas sobre a qualidade do solo, fruticultura, culturas anuais, controle de pragas, agroecossistemas, propagação *in vitro* de orquídea, fertilização, interação entre fungos e sistemas agroflorestais, a relação da agricultura e o consumo de água, entre outros.

Agradecemos a cada autor pela escolha da Atena Editora para a publicação de seu trabalho. Aos leitores, desejamos uma excelente leitura.

Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

PONTES ENTRE AGRICULTURA FAMILIAR E BIOLÓGICA ATRAVÉS DA FORMAÇÃO EM CONTEXTO DE TRABALHO

Cristina Amaro da Costa


Davide Gaião

Daniela Teixeira

Helena Esteves Correia

Luis Tourino Guerra

Raquel P. F. Guiné


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172116121>

CAPÍTULO 2..... 13

SÍNTESE DA REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA PARA APOIAR PEQUENOS PROPRIETÁRIOS DE TERRAS

Paula Francisco Escalanti

Marcelo Duarte


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172116122>

CAPÍTULO 3..... 23

IMPACTO DE LAS TIC EN ALUMNOS DE TÉCNICOS AGROPECUARIOS DEL CBTA 148

Pedro García Alcaraz

Jorge Luis García Alcaraz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172116123>

CAPÍTULO 4..... 33

ESTUDO DA DINAMICA DE PASTAGENS POR MEIO DO GEOPROCESSAMENTO

Glenda Silva Santos Lara

Pedro Rogerio Giongo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172116124>

CAPÍTULO 5..... 44

SILAGEM DE MILHO ENRIQUECIDA COM PALMA FORRAGEIRA E PÓ DE ROCHA PARA SUPLEMENTAÇÃO DA DIETA DE RUMINANTES

Níbia Sales Damasceno Corioletti

José Henrique da Silva Taveira

Luciane Cristina Roswalka

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172116125>


CAPÍTULO 6..... 61

PREDICCIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA-BROMATOLÓGICA DE FORRAJE DE PASTO-ELEFANTE (*Pennisetum purpureum* SCHUM.) POR ESPECTROSCOPIA DE REFLECTANCIA EN EL INFRARROJO CERCANO, NIRS

Joadil Gonçalves de Abreu

Victor Manuel Fernandez Cabanás

Eduardo André Ferreira


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172116126>

CAPÍTULO 7..... 72

ATIVOS E PASSIVOS FLORESTAIS: RELAÇÃO ENTRE PECUÁRIA E
DESFLORESTAMENTO NA MICRORREGIÃO DE ARIQUEMES

Edson Resende Filho

Käthery Brennecke

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172116127>

CAPÍTULO 8..... 89

SUBPRODUTOS DA MINERAÇÃO DA FORMAÇÃO IRATI COMO FONTES
ALTERNATIVAS DE NUTRIENTES

Marlon Rodrigues


Ledemar Carlos Vahl

Carlos Augusto Posser Silveira

Mussa Mamudo Salé

Marcos Rafael Nanni

Guilherme Fernando Capristo-Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172116128>

CAPÍTULO 9..... 105

UTILIZAÇÃO DE GLUTAMINA E ÁCIDO GLUTÂMICO SOBRE A ATIVIDADE DAS
ENZIMAS INTESTINAIS DE FRANGOS DE CORTE

Édina de Fátima Aguiar

Talitha Kássia Alves dos Santos Dessimoni


Erothildes Silva Rohrer Martins

Thayná Brito Pereira

Carolina Toledo Santos

André Gomes Faria

Renata Moreira Arantes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172116129>

CAPÍTULO 10..... 115

ÁCAROS E INSETOS PRESENTES NA CAMA DE FRANGO ATUANDO COMO VETORES
DE FUNGOS FILAMENTOSOS

Carlos Eduardo da Silva Soares

Fabiano Dahlke

Alex Maiorka

Juliano De Dea Lindner

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.71721161210>


CAPÍTULO 11..... 124

ANÁLISE DA CONTAMINAÇÃO DE MERCÚRIO EM PEIXES CULTIVADOS EM ANTIGAS
CAVAS DE GARIMPO NO MUNICÍPIO DE PEIXOTO DE AZEVEDO

Érica dos Santos Antunes

Joseane Pereira de Almeida

Angelo Augusto Bonifácio Pereira
Stephane Vasconcelos Leandro
Ricardo Lopes Tortorela de Andrade
Paula Sueli Andrade Moreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.71721161211>

CAPÍTULO 12..... 137

USO DE DISTINTAS TEMPERATURAS DE INCUBAÇÃO E INFLUÊNCIA DESTAS SOBRE A ECLOSÃO E MORTALIDADE DE OVOS DE *Odontesthes sp.*

Josiane Duarte de Carvalho
Suzane Fonseca Freitas
Rafael Aldrighi Tavares
Daiane Souza Machado
Fernanda Brunner Hammes
Juvêncio Luis Osório Fernandes Pouey
Paulo Leonardo Silva Oliveira
Deivid Luan Roloff Retzlaff
Welinton Schröder Reinke
Carolina Viégas Pinto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.71721161212>

CAPÍTULO 13..... 147

EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE CÁLCIO E FÓSFORO PARA MANTENÇA E GANHO DE CORDEIROS CORRIEDALE

Andressa Ana Martins
Juliene da Silva Rosa
William Soares Teixeira
Matheus Lehnhart de Moraes
Stefani Macari
Cleber Cassol Pires

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.71721161213>

CAPÍTULO 14..... 160

PROGESTERONA INJETÁVEL EM VACAS NELORES SUBMETIDAS A PROTOCOLOS DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO

Anderson Eduardo Amâncio de Lima
Yuri Faria Carneiro Discente
Lauro César Ferreira Beltrão
Daniele Alves Corrêa de Abreu
Daniel de Almeida Rabello
Geisiana Barbosa Gonçalves
Andressa Silva Nascimento
Wesley José de Souza Docente


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.71721161214>

CAPÍTULO 15..... 165

ASPECTOS FISIOLÓGICOS E LABORATORIAIS DE EQUINOS E ASININOS DE TRAÇÃO

NO MUNICÍPIO DE PATOS-PARAÍBA, BRASIL. PATOS

Silvia Sousa Aquino
Davidianne de Andrade Moraes
Talles Monte de Almeida
Antônio Fernando de Melo Vaz
Eldinê Gomes de Miranda Neto
Verônica Medeiros da Trindade Nobre

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.71721161215>

CAPÍTULO 16..... 184

DESCRIÇÃO ANATÔMICA DO OSSO HIOIDE E LÍNGUA DE CERVOS DO GÊNERO
MAZAMA

Larissa Rossato Oliveira
Fernanda Gabriele Almeida
Paola dos Santos Barbosa
Fabiana Gomes Ferreira Alves
Tainá Pacheco de Souza
Gabriela Mariano da Silva
Murilo Viomar
Rodrigo Antonio Martins de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.71721161216>

CAPÍTULO 17..... 190

CORANTE AZUL PATENTE COMO IDENTIFICADOR DE LINFONODO SENTINELA EM
CADELAS COM NEOPLASIA DE MAMA


Danielle Karine Schoenberger
Gabriela Basílio Roberto
Ana Carla da Costa Silva
Andressa Hiromi Sagae
Ana Caroline Ribas de Oliveira
Liane Ziliotto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.71721161217>

CAPÍTULO 18..... 208

A IMPORTÂNCIA DA INCLUSÃO DA AVALIAÇÃO TESTICULAR NA ROTINA
ULTRASSONOGRÁFICA BIDIMENSIONAL ABDOMINAL EM CÃES PARA DIAGNÓSTICO
DE DOENÇAS TESTICULARES

Isadora Schenekemberg Vandresen
Marco Antônio Staudt
Carla Fredrichsen Moya

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.71721161218>

CAPÍTULO 19..... 219

UTILIZAÇÃO DE TESTES DE MÉDIAS NA ANÁLISE DE EXPERIMENTOS UNIFATORIAIS
COM TRATAMENTOS QUANTITATIVOS

Josiane Rodrigues
Sônia Maria De Stefano Piedade

| | |
|-------------------------------------|------------|
| SOBRE OS ORGANIZADORES | 229 |
| ÍNDICE REMISSIVO..... | 230 |

PREDICCIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA-BROMATOLÓGICA DE FORRAJE DE PASTO-ELEFANTE (*Pennisetum purpureum* SCHUM.) POR ESPECTROSCOPIA DE REFLECTANCIA EN EL INFRARROJO CERCANO, NIRS

Data de aceite: 01/12/2021

Joadil Gonçalves de Abreu

Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT
Cuiabá – Mato Grosso
ORCID: 0000-0002-1355-5326

Victor Manuel Fernandez Cabanás

Universidad de Sevilla - US
Sevilla - España
ORCID: 0000-0002-3402-6669

Eduardo André Ferreira

Empresa Mato-Grossense de Pesquisa,
Assistência e Extensão Rural - EMPAER
Cuiabá – Mato Grosso
ORCID: 0000-0002-1283-1093

RESUMEN: El método tradicional de análisis del valor nutricional de los forrajes, ampliamente utilizado en laboratorios, es de alto costo. Además, se utilizan reactivos químicos, que contaminan el medio ambiente y presentan riesgos para el operador. Como alternativa, aparece el método NIRS (espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano), que presenta velocidad, menor costo, además de no ser contaminante por no usar reactivos químicos. El objetivo del proyecto fue desarrollar modelos quimiométricos para predecir el valor nutricional del forraje de pasto-elefante por NIRS, con el fin de promover un rápido retorno de los resultados a los usuarios y reducir la generación de residuos contaminantes. El experimento de campo y el análisis de la composición química-bromatológica de forraje de pasto-elefante se llevó a cabo en la

Universidad Federal de Mato Grosso, Brasil. La calibración y validación por el método NIRS se llevó a cabo en la Universidad de Sevilla, España. Las estimaciones fueron excelentes ($r^2 > 0,90$) para proteína cruda (PB), materia mineral (MM), fibra en detergente neutro indigestible (FDNi); buenas ($0,80 < r^2 \leq 0,90$) para fibra detergente neutro (FDN), fibra en detergente neutro libre de cenizas y proteínas (FDNcp), proteína insoluble en detergente neutro (PIDN) y ácido (PIDA).

PALABRAS-CLAVE: Calibración, fibra detergente neutro, materia mineral, proteína cruda, validación.

PREDICTION OF THE CHEMICAL-BROMATOLOGICAL COMPOSITION OF ELEPHANT GRASS (*PENNISETUM PURPUREUM* SCHUM.) FORAGE BY NEAR INFRARED REFLECTANCE SPECTROSCOPY, NIRS

ABSTRACT: The traditional method of analyzing the nutritional value of forages, widely used in laboratories, is expensive. In addition, chemical reagents are used, which pollute the environment and present risks to the operator. As an alternative, the NIRS method (near infrared reflectance spectroscopy) appears, which has speed, lower cost, as well as being non-polluting because it does not use chemical reagents. The objective of the project was to develop chemometric models to predict the nutritional value of elephant grass forage by NIRS, in order to promote a rapid return of results to users and reduce the generation of polluting residues. The field experiment and the analysis of the chemical-bromatological composition of elephant grass forage was carried

out at the Federal University of Mato Grosso, Brazil. Calibration and validation by the NIRS method was carried out at the University of Seville, Spain. The estimates were excellent ($r^2 > 0.90$) for crude protein (CP), mineral matter (MM), fiber in indigestible neutral detergent (NDFi); good ($0.80 < r^2 \leq 0.90$) for neutral detergent fiber (NDF), fiber in neutral detergent free of ash and protein (NDFcp), protein insoluble in neutral detergent (PIDN) and acid (PIDA).

KEYWORDS: Calibration, neutral detergent fiber, mineral matter, crude protein, validation.

1 | INTRODUCCIÓN

El cultivo de áreas con forraje para corte, capineiras, es una de las alternativas propuestas para reducir el problema de falta de forraje en la estación seca del año. Entre las especies más utilizadas, el pasto-elefante (*Pennisetum purpureum* SCHUM.) destaca por su alto potencial de producción de forraje (CARVALHO et al., 2018).

Algunas investigaciones han demostrado que el incremento de los intervalos de tiempo transcurridos entre los cortes de pasto-elefante dan como resultado una mayor acumulación de materia seca (MS), sin embargo, también promueven el alargamiento del tallo, lo que aumenta significativamente la proporción de esta fracción, reduciendo la relación hoja:pseudotallo. Por lo tanto, a medida que el pasto-elefante envejece, los componentes potencialmente digeribles tienden a disminuir, mientras que la fibra aumenta (FERREIRA et al., 2018).

Los parámetros más utilizados para la evaluación de la calidad del forraje de pasto-elefante son proteína bruta (PB), fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro (FDN), nutrientes digeribles totales (NDT). El método tradicional de análisis del valor nutricional de los forrajes, ampliamente utilizado en laboratorios, es de alto costo (FONTANELI et al., 2002).

Además, se utilizan reactivos químicos, que contaminan el medio ambiente y presentan riesgos para el operador. De acuerdo con Borges et al. (2001), se contabiliza un gasto de 200 g de reactivos químicos por muestra completa analizada (PB, FDA, FDN, NDT), y un tercio de esta cantidad corresponde a ácidos fuertes. Considerando un laboratorio convencional con un procesamiento de 6000 análisis/año, aproximadamente 1200 kg de reactivos químicos deben desecharse en el medio ambiente anualmente.

Como alternativa, aparece el método NIRS (espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano), que presenta velocidad, menor costo, además de no ser contaminante por no usar reactivos químicos. Según Stark (1996), la Comisión Canadiense de Granos (CGC) ahorró, entre 1974 y 1993, un valor de 2.5 millones por año en el análisis de proteínas utilizando NIRS, mientras que el precio de compra del equipo NIR fue de US \$ 96,000. Esto evitó la generación de 47 t de residuos cáusticos.

La base de este método espectroscópico es la absorción de radiación a longitudes de onda específicas por ciertos enlaces moleculares en la región NIR: O-H, C-H, N-H y C-O. La tecnología NIRS se utiliza en la industria para la evaluación de alimentos (PÉREZ-

MARIN et al., 2009; FERNÁNDEZ CABANÁS et al., 2011; HORCADA et al., 2020), forrajes y biomasa (ANDRES et al., 2005; DECRUYENAERE et al., 2009; ARZANI et al., 2015; ANDUEZA et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2016; ANDERSON et al., 2018; CLELAND et al., 2018; RAFFRENATO et al., 2018; GUERRA, 2019; MASSIGNANI et al., 2021; SERAFIM et al., 2021) y la fertilidad del suelo (RECENA et al., 2019).

Para la calibración, los espectros de absorción de un conjunto de muestras se someten a procedimientos quimiométricos para construir un modelo predictivo. Esto significa que las características espectrales de las muestras se relacionan con las propiedades específicas de las muestras determinadas por métodos de referencia (análisis químico) mediante el uso de métodos estadísticos de regresión apropiados para calibrar el modelo. Después de eso, el modelo es validado usando otros estadísticos específicos (RECENA et al., 2019).

Teniendo en cuenta estos datos, se planteó el siguiente estudio con el objetivo de desarrollar modelos quimiométricos para predecir el valor nutricional del forraje de pasto- elefante por NIRS, con el fin de promover un rápido retorno de los resultados a los usuarios y reducir la generación de residuos contaminantes.

2 | MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Caracterización de sitios, experimentos y muestras

El experimento se realizó en la Granja Experimental de la Universidad Federal de Mato Grosso, en Santo Antônio de Leverger-MT, ubicada en 15°51' Latitud Sur y 56°04' Longitud Oeste de Greenwich, 140 m de altitud. El clima, según la clasificación de Köppen, es del tipo Aw, es decir, un clima tropical megathermic, caracterizado por dos estaciones bien definidas: lluviosa y seca.

En el experimento, se utilizó la variedad BRS Canará, haciendo cortes a 21 edades (21; 28; 35; 42; 49; 56; 63; 70; 77; 84; 91; 98; 105; 112; 119; 126; 133; 140; 147; 154; 161 días), en dos estaciones (lluviosa y seca), con cuatro repeticiones, totalizando 168 muestras.

Cada parcela tenía 5,00 m de largo y 4,00 m de ancho, con un espacio entre líneas de 1,00 m. El área utilizable fue la central de 4,00 m de las dos líneas en el medio de cada parcela. Los cultivares se cosecharon a las edades recomendadas, y el corte se realizó con un machete cerca del suelo. Después de cortar, el material se cortó a un tamaño de 2 cm. Luego, las muestras de forraje picadas se colocaron en bolsas de papel y se secaron en un horno de ventilación forzada con una temperatura de 55±5°C durante 72 horas. Las muestras previamente secadas se pesaron y se molieron en un molino Wiley con un tamiz de 1,0 mm, y se almacenaron en recipientes de polietileno para evaluar la composición bromatológica.

Los contenidos de materia mineral (MM) y proteína cruda (PB) fueron evaluados, de acuerdo con AOAC (1990); proteína insoluble en detergente neutro (PIDN) y ácido (PIDA),

según Licitra et al. (1996); fibra detergente neutro (FDN) y ácido (FDA), según Van Soest et al. (1994); fibra en detergente neutro indigestible (FDNi), según Cochran et al. (1986); fibra en detergente neutro y ácido libre de cenizas y proteínas (FDNcp; FDAcp), según Sniffen et al. (1992). Se estimaron los contenidos de nutrientes digestibles totales (NDT) y energía neta de lactancia (ELL), según David (2001) (Ecuación 1 y 2), y digestibilidad *in vitro* de materia seca (DIVMS) según Capelle et al. (2001) (Ecuación 3):

- Ecuación 1: $NDT = 88,9 - (FDA \times 0,779)$;
- Ecuación 2: $ELL = 2,39 - (FDA \times 0,028)$;
- Ecuación 3: $DIVMS = 84,8628 - (FDN \times 0,4102)$.

2.2 Calibración y validación de modelos predictivos basados en VIS-NIR

La dispersión espectral se corrigió utilizando los pre-tratamientos espectrales Standard Normal Variate (SNV) y Detrending (Dt) (BARNES et al., 1989). Seis derivados espectrales (1,5,5,1; 1,10,5,1; 1,10,10,1; 2,5,5,1; 2,10,5,1; 2,10,10,1) también se aplicaron: el primer dígito que indica el orden de la derivada; el segundo el espacio de derivada; el tercero en el segmento de suavizado; el cuarto en el segundo segmento de suavizado (SHENK et al., 1989).

El estudio se realizó en el rango espectral Vis-NIR (400-2498 nm). Los modelos predictivos para cada variable se construyeron usando Regresión de Mínimos Cuadrados Modificados (MPLSR) (SHENK & WESTERHAUS, 1995) con el algoritmo PLS1. La validación cruzada se utilizó para determinar el número ideal de factores para los modelos de regresión y para evitar el sobreajuste. Los errores de validación se combinaron para obtener un error estándar de validación cruzada (SECV) (RECENA et al., 2019).

Los valores atípicos se identificaron y eliminaron durante el proceso de calibración, ya que afectan el rendimiento del modelo y disminuyen la precisión para la mayoría de las muestras. Se realizaron un máximo de dos pases de eliminación de anómalos (T y H) antes de completar la calibración final (RECENA et al., 2019). Los valores atípicos T correspondieron a muestras con diferencias significativas entre sus valores predichos de laboratorio, mientras que los valores atípicos H fueron muestras en las que los espectros estaban muy lejanos ($H > 3$) del centro espectral del colectivo de calibración (SHENK & WESTERHAUS, 1996).

El modelo MPLSR se evaluó en términos de sus estadísticas de calibración: coeficiente de determinación de calibración (R^2), error estándar de validación cruzada (SECV), coeficiente de determinación para validación (r^2). El SECV se considera la mejor estimación individual de la capacidad predictiva de una ecuación. Además, proporciona información precisa y útil para evaluar modelos obtenidos con un pequeño número de muestras (SHENK & WESTERHAUS, 1996).

Se seleccionaron las mejores calibraciones para los valores más altos de r^2 y los

más bajos para SECV (RECENA et al., 2019).

3 I RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron estimaciones precisas basadas en los espectros Vis-NIR para la composición químico-bromatológica del forraje de pasto-elefante (Tabla 1). Como se esperaba, la región NIR proporcionó estimaciones excelentes para MM ($R^2 = 0,96$; $r^2 = 0,93$) y PB ($R^2 = 0,98$; $r^2 = 0,97$).

Sorprendentemente, la estimación de FDNi también fue excelente ($R^2 = 0,93$; $r^2 = 0,92$). Esta es una medida sujeta a una gran variabilidad, ya que depende del tipo de animal fistulado, el pasto utilizado, el tiempo de recolección de las bolsas dentro del rumen.

Para las otras fracciones relacionadas con la fibra, las estimaciones fueron buenas para FDN ($r^2 = 0,80$), FDNcp ($r^2 = 0,83$), PIDN ($r^2 = 0,81$) y PIDA ($r^2 = 0,80$). Con respecto a los niveles de FDAcp, CIDN y CIDA, se predijeron con una precisión razonable ($r^2 > 0,70$). Para HEM, FDA, NDT, ELL y DIVMO, las estimaciones no fueron buenas ($r^2 < 0,69$).

| | n | Media | SD | Min | Max | SEC | R ² | SECV | r ² | DPT | SC | SR |
|------------------------------|-----|-------|------|-------|-------|------|----------------|------|----------------|-----------|----|----|
| MM (%) | 119 | 11,84 | 4,16 | 0,00 | 24,31 | 0,79 | 0,96 | 1,07 | 0,93 | 2,5,5,1 | SD | VN |
| PB (%) | 119 | 6,41 | 3,34 | 0,00 | 16,45 | 0,44 | 0,98 | 0,58 | 0,97 | 2,10,5,1 | SD | VN |
| FDN (%) | 118 | 69,60 | 6,36 | 50,52 | 88,69 | 2,17 | 0,88 | 2,83 | 0,80 | 2,5,5,1 | SD | VN |
| FDA (%) | 121 | 48,41 | 5,64 | 31,48 | 65,33 | 3,38 | 0,64 | 3,41 | 0,63 | 1,10,10,1 | SD | VN |
| HEM (%) | 116 | 21,46 | 6,62 | 1,60 | 41,32 | 2,69 | 0,83 | 3,68 | 0,69 | 2,5,5,1 | SD | VN |
| NDT (%) | 121 | 51,19 | 4,39 | 38,00 | 64,38 | 2,63 | 0,64 | 2,66 | 0,63 | 1,10,10,1 | SD | VN |
| ELL (Mcal.kg ⁻¹) | 121 | 1,03 | 0,16 | 0,56 | 1,51 | 0,09 | 0,64 | 0,09 | 0,63 | 1,10,10,1 | SD | VN |
| DIVMO (%) | 121 | 52,80 | 4,32 | 39,83 | 65,77 | 2,59 | 0,64 | 2,62 | 0,63 | 1,10,10,1 | SD | VN |
| PIDN (%) | 121 | 2,43 | 0,73 | 0,23 | 4,64 | 0,23 | 0,90 | 0,31 | 0,81 | 2,10,5,1 | SD | VN |
| PIDA (%) | 117 | 1,07 | 0,33 | 0,07 | 2,07 | 0,13 | 0,84 | 0,15 | 0,80 | 1,10,10,1 | SD | VN |
| FDNi (%) | 105 | 31,34 | 7,01 | 10,30 | 52,38 | 1,87 | 0,93 | 2,04 | 0,92 | 1,5,5,1 | SD | VN |
| FDNcp (%) | 117 | 63,85 | 6,73 | 43,67 | 84,04 | 1,81 | 0,93 | 2,75 | 0,83 | 2,5,5,1 | SD | VN |
| CIDN (%) | 118 | 3,24 | 0,99 | 0,28 | 6,20 | 0,40 | 0,83 | 0,51 | 0,73 | 2,5,5,1 | SD | VN |
| CIDA (%) | 121 | 2,96 | 1,04 | 0,00 | 6,09 | 0,45 | 0,82 | 0,57 | 0,70 | 2,5,5,1 | SD | VN |
| FDAcp (%) | 118 | 44,57 | 5,85 | 27,03 | 62,11 | 2,43 | 0,83 | 2,91 | 0,75 | 2,10,10,1 | SD | VN |

MM, ceniza; PB, proteína cruda; FDN, fibra detergente neutro; FDA, fibra detergente ácido; HEM, hemicelulosa; NDT, nutrientes digestibles totales; ELL, energía neta de lactación; DIVMO, digestibilidad *in vitro* de materia orgánica; PIDN, proteína insoluble en detergente neutro; PIDA, proteína insoluble en detergente ácido; FDNi, fibra en detergente neutro indigestible; FDNap, fibra en detergente neutro corregida para cenizas y proteínas; CIDN, ceniza em detergente neutral; CIDA, ceniza em detergente ácido; FDAap, fibra detergente ácido corregida para cenizas y proteínas; n, número de muestras utilizadas para la calibración; Media, media del conjunto de calibración; SD, desviación estándar; SEC, error estándar de calibración; R², coeficiente de determinación para la calibración; SECV, error estándar de validación cruzada; r², coeficiente de determinación para la validación cruzada; DPT (Pretratamiento de la derivada): el primer dígito es el orden de la derivada, el segundo el intervalo sobre el cual se calculó la derivada, el tercero el número de puntos de datos en un promedio continuo o suavizado; el cuarto el segundo suavizado; SC (Corrección de dispersión): varianza normal estándar y d-tendencia; SR (Región espectral): Vis-NIR (400-2498nm).

Tabla 1 - Estimación del valor nutricional de los forrajes de pasto de elefante en el Experimento 1 por NIRS.

Los resultados encontrados en esta investigación para el contenido de PB fueron similares a los observados por Lobos et al. (2013), sin embargo, las estimaciones para DIVMS no fueron buenas. Estos autores evaluaron la calidad de 295 muestras de múltiples especies de pastos permanentes (*Lolium perenne*, *Agrostis* sp, *Holcus lanatus*, *Bromus valdivianus*, *Dactylis glomerata*, *Medicago sativa*, *Trifolium pratense* y *T. repens*), utilizando el NIR, y los valores de calibración verificados para el contenido de PB e DIVMS fueron excelente; 0,99 y 0,89; respectivamente.

Gontijo Neto et al. (2012), mediante la evaluación de 232 muestras de forraje de *Brachiaria* (*B. brizantha* cvs. Marandu, Xaraés e Piatã; *B. ruziziensis* e *B. decumbens*) recolectadas entre 2010 y 2012 en ensayos de sistemas de integración Cultivo-Ganadero-Bosque (iLPF), también obtuvieron resultados similares para el contenido de PB ($R^2 = 0,98$; $r^2 = 0,97$). Los autores concluyen que el análisis de PB mediante la técnica de espectroscopia NIR permite un mayor número de las muestras y se pueden analizar a un costo menor, en comparación con el método Dumas, lo que permite monitorear el área experimental más a menudo.

Los resultados encontrados para el contenido de PB, FDN y HEM fueron similares a los observados por Serafim et al. (2021). Los autores utilizaron muestras de pasto verde (planta entera, limbo, tallo + vaina y material senescente) y heno del mismo pasto, totalizando 105 muestras. Los valores de calibración verificados para el contenido de MM, PB, FDN, FDA, HEM y DIVMS fueron 0,84; 0,96; 0,80; 0,80; 0,78 y 0,93; respectivamente.

Conforme Pires & Prates (1998), el contenido de PB de forraje de alfalfa (*Medicago sativa*) se puede determinar mediante la técnica NIRS con alta precisión ($R^2=0,96$). Las ecuaciones obtenidas para determinar los niveles de FDA y FDN, a pesar del resultado más bajo que la ecuación para PB, puede usarse en ciertas situaciones que el resultado no requiere una precisión muy alta. La determinación del contenido de materia seca (MS) por la técnica NIRS se vio obstaculizada por la metodología utilizada, y no se recomienda su uso. Al realizar los análisis de MS, se debe controlar la temperatura y la humedad relativa del aire. Para la determinación de MS, el efecto de la temperatura y la humedad relativa es muy grande. Sin embargo, para las otras fracciones, este efecto es pequeño.

Fontaneli et al. (2002) habían observado que el método NIRS se puede utilizar para predecir FDA y FDN de ensilaje de maíz con alta precisión ($R^2=0,99$), contrariamente a nuestros resultados, donde las estimaciones para FDN y FDA fueron 0,88 y 0,64; respectivamente. Para los minerales, los autores afirman son necesarios estudios detallados del comportamiento del espectro para evaluar el tipo de complejo mineral formado, su relación con el método físico-químico y las posibles interrelaciones con otros componentes químicos presentes en los forrajes. Es de destacar que las estimaciones de MM en nuestro trabajo fueron excelentes.

El método de espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS) también mostró una alta precisión para determinar los contenidos de PB ($R^2=0,98$), FDA ($R^2=0,97$)

y FDN ($R^2=0,99$) en variedades de *Cynodon* (Tifton 68, Tifton 85, Florakirk, Coastcross), mostrando índices de calibración satisfactorios para la determinación de minerales (FONTANELI et al., 2004). Una alternativa para mejorar la calibración de FDN y FDA en nuestra investigación sería aumentar el número de muestras.

Guerra (2019), al evaluar 360 muestras de forraje de *Brachiaria brizantha* (240 de pasto marandu; 120 de pasto piatã), encontró R^2 de 0,79; 0,94; 0,88; 0,86; 0,88 y 0,88 para MM, PB, FDN, FDA, DIVMS y NDT, respectivamente. En la presente investigación, las estimaciones de MM, FDA, DIVMS y NDT fueron buenas.

Anderson et al. (2018), en estudio con treinta acepciones de pasto-elefante, habían comprobado que las estadísticas de calibración para las ecuaciones iniciales de NIRS fueron precisas para el contenido de DIVMS, FDA, PB y MM con valores de 0,93; 0,95; 0,99 y 0,98; respectivamente. Esta información permitió una evaluación más rápida de la biomasa del pasto-elefante para uso de la industria o genetistas. Los resultados para PB y MM fueron similares a nuestra investigación, pero para DIVMS y FDA, una posibilidad sería utilizar un conjunto independiente de muestras para la validación externa, lo que aumentaría la robustez de los modelos para predecir muestras desconocidas.

Molano et al. (2016) utilizaron 1991 muestras de gramíneas y leguminosas tropicales para crear curvas de calibración en el NIR, y los modelos presentaron coeficientes de calibración (R^2) para las variables PB y FDN de 0,99 y para la FDA de 0,95, mostrando una alta correlación entre los datos de laboratorio y los obtenidos del NIR.

Mira y Flemming (2000), al evaluar la técnica NIRS en la predicción de PB, FDN, FDA, calcio (Ca) y fósforo (P), realizaron un experimento con especies de gramíneas de invierno (*Lolium multiflorum*, *Trifolium repens*, *T. pratense*, *T. vesiculosum*, *Lotus corniculatus*) y pastos nativos, en verano. Con base en los resultados, se concluyó que el NIRS puede predecir de manera aceptable el valor nutritivo de los forrajes descritos en este experimento.

Massignani et al. (2021) en estudio con 200 muestras de pastos fue posible alcanzar valores de coeficiente de determinación (R^2) para la calibración de 0,94; 0,95 y 0,98 y para la validación de 0,94; 0,95 y 0,97 para los parámetros FDN, FDA y PB, respectivamente. Así, las curvas de calibración resultaron adecuadas para evaluar la calidad de pasturas de múltiples especies y para su uso rutinario en el laboratorio.

En un estudio realizado por Parrini et al. (2018), para determinar el valor nutricional, en el período 2013-2014 se recolectaron 105 muestras de pastos naturales y naturalizados en Toscana (Italia), con las siguientes especies herbáceas: *Avena fatua*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Holcus lanatus*, *Perenne Lolium*, *Poa pratensis*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Taraxacum officinale*. Utilizando el NIR, fue posible estimar con precisión la composición química de estos pastos e incluso con un número reducido de muestras, los valores obtenidos en el paso de calibración para las variables MM, FDN, FDA y PB fueron 0,99% y para la validación externa fueron 0,99 para PB y FDN, 0,98 para FDA y 0,96

para MM. En cuanto a los contenidos de PB y MM, los valores fueron similares a los de la presente investigación.

Las estimaciones excelentes (PB, MM, FDNi), buenas (FDN, FDNcp, PIDN, PIDA) y razonables (FDAcp, CIDN, CIDA) se debieron al hecho de que el forraje provenía de la misma variedad (BRS Canará) que Embrapa lanzó en 2012, siendo recomendada para alimentación animal.

4 | CONCLUSIONES

Las estimaciones fueran excelentes ($r^2 > 0,90$) para proteína bruta (PB), materia mineral (MM), fibra en detergente neutro indigestible (FDNi); buenas ($0,80 < r^2 \leq 0,90$) para fibra detergente neutro (FDN), fibra en detergente neutro libre de cenizas y proteínas (FDNcp), proteína insoluble en detergente neutro (PIDN) y ácido (PIDA).

AGRADECIMIENTOS

Al apoyo económico del Grupo Tordesillas y la Fundación Carolina para la financiación de la Beca de Posdoctorado, según Convocatoria C.2019 (Programa de Movilidad de Profesorado Universidades del Grupo Tordesillas). La Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Sevilla por la oportunidad de realizar un Postdoctorado en Tecnología NIRS (Espectroscopía de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano) bajo la dirección del Profesor Dr. Víctor Manuel Fernández Cabanás.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, W. F.; DIEN, B. S.; MASTERSON, S. D.; MITCHELL, R. B. Development of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) calibrations for traits related to ethanol conversion from genetically variable napiergrass (*Pennisetum purpureum* SCHUM.). **Bioenergy Research**, v.12, p.34-42, 2018.

ANDRÉS, S.; CALLEJA, A.; LOPES, S.; GONZALEZ, J.S.; GIRALDEZ, F. J. Prediction of gas production kinetic parameters of forages by chemical composition and near infrared reflectance spectroscopy. **Animal Feed Science and Technology**, v. 123, p. 487-499, 2005.

ANDUEZA, D.; PICARD, F.; MARIN-ROSSET, W.; AUFRÉRE, J. Near-infrared Spectroscopy calibrations performed on over-dried green forages for the prediction of chemical composition and nutritive value of preserved forage for ruminants. **Applied Spectroscopy**, v.70, n.8, p.1321-1327, 2016.

ARZANI, H.; SANAEI, A.; BARKER, A. V.; GHAFARI, S.; MOTAMEDI, J. Estimating nitrogen and acid detergent fiber contents of grass species using Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS). **Journal of Rangeland Science**, v.5, n.4, p. 260-268, 2015.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed. Arlington: AOAC International, 1990. 1117p.

BARNES, R.J.; DHANOA, M.S.; LISTER, S.J. Standard normal variate transformation and de-trending of near infrared diffuse reflectance spectra. **Applied Spectroscopy**, v.43, p.772–777. 1989.

BORGES, F. M. de O; FERREIRA, W. M.; SIMÕES, E. de O. Espectroscopia de reflectância no infravermelho próximo (NIRS). **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, São Paulo, v.24, p.43-58, 2001.

CAPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1837-1856, 2001.

CARVALHO, A. P. S.; ARRUDA, R. M.; ABREU, J. G.; SOUZA, A. L.; RODRIGUES, R. C.; LIMA, L. R.; CABRAL, L. S.; BEHLING NETO, A. Agronomic features of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum) cv. Roxo under irrigation. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 1, p. 275-286, 2018.

CLELAND, J. D.; JOHNSON, E.; MOREL, P. C. H.; KENYON, P. R.; WATERLAND, M. M. Mid-infrared reflectance spectroscopy as a tool for forage feed composition prediction. **Animal Feed Science and Technology**, v. 241, p.102-11, 2018.

COCHRAN, R.C., ADAMS, D.C., WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal Animal Science**, v. 65, n.5, p. 1476-1483, 1986.

DAVID, F. M. **Composição e degradabilidade, através da técnica de produção de gás, de quatro gramíneas tropicais submetidas a corte em diferentes idades**. 2001. 110p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

DECRUYENAERE, V.; LECOMTE, P.; DEMARQUILLY, C.; AUFRERE, J.; DARDENNE, P.; STILMANT, D.; BULDGEN, A. Evaluation of green forage intake and digestibility in ruminants using near infrared reflectance spectroscopy (NIRS): developing a global calibration. **Animal Feed Science and Technology**, v. 148, p.138-156, 2009.

FERNÁNDEZ-CABANÁS, V. M.; POLVILLO POLO, O.; RODRIGUEZ ACUÑA, R.; BOTELLA, B., HORCADA IBÁÑEZ, A. Rapid determination of the fatty acid profile in pork dry-cured sausages by Nir Spectroscopy. **Food Chemistry**, v.124, p.373-378, 2018.

FERREIRA, E. A.; ABREU, J. G.; MARTINEZ, J. C.; BRAZ, T. G. S.; FERREIRA, D. P. Cutting ages of elephant grass for chopped hay production. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n. 3, p. 245-253, 2018.

FERREIRA, E. A.; ABREU, J. G.; MARTINEZ, J. C.; AMORIM, R. S. S.; BEHLING NETO, A.; CABRAL, C. E. A.; BRAZ, T. G. S.; SILVA JUNIOR, C. A.; FERREIRA, D. P. Productivity and nutritional value of elephant grass BRS Canará forage. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 6, p. 2705-2718, 2019.

FONTANELI, R. S., DURR, J. W., SCHEFFER-BASSO, S. M., HAUBERT, F., BORTOLINI, F. Validação do método da reflectância no infravermelho proximal para análise de silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.594-598, 2002.

FONTANELI, R. S., SCHEFFER-BASSO, S. M., DÜRR, J. W., APPELT, J. V. BORTOLINI, F., HAUBERT, F. A. Predição da composição química de bermudas (*Cynodon* spp.) pela espectroscopia de reflectância no infravermelho proximal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.838-842, 2004.

GONTIJO NETO, M. M.; SIMEONE, M. L. F.; GUIMARÃES, C. C. Predição do teor de proteína bruta em biomassa de caprins braquiária por meio de espectroscopia NIR. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2012. (Comunicado Técnico, 205)

GUERRA, G. L. **Espectroscopia de infravermelho próximo na avaliação da qualidade nutricional de *Brachiaria brizantha* cultivada em diferentes tipos de solo**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil. 2019.

HORCADA, A.; VALERA, M.; JUAREZ, M.; FERNÁNDEZ-CABANÁS, V. M. Authentication of Iberian pork official quality categories using a portable near infrared spectroscopy (NIRS) instrument. **Food Chemistry**, v.318, p.1-7, 2020.

LICITRA, G., HERNANDEZ, T.M., VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science Technology**, v. 57, p.347-358, 1996.

LOBOS, I.; GOU, P.; HUBE, R.; SALDAÑA, R.; ALFARO, M. Evaluation of potencial NIRS to predict pastures nutritive value. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v.13, n.2, p.463-468, 2013.

MASSIGNANI, C.; VANDRESEN, B. B.; MARQUES, J. V.; Kazama, R.; OSMARI, M. P.; SILVA-KAZAMA, D. C. A single calibration of near-infrared spectroscopy to determine the quality of forage for multiple species. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, p. 1-10, 2021.

MIRA, R.T; FLEMMING, J.S. Utilização da técnica da espectroscopia de refletância no infravermelho proximal na predição da composição química de uma pastagem consorciada entre gramínea + leguminosa. **Scientia Agrária**, v.1, n°s 1-2, p.83-95, 2000.

MOLANO, L. M.; CORTÉS, M. L.; ÁVILA, P.; MARTENS, S. D.; MUÑOZ, L. S. Ecuaciones de calibración en espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS) para predicción de parámetros nutritivos en forrajes tropicales. **Tropical Grasslands**, v.4, n.3, p.106-107, 2016.

PARRINI, S.; ACCIAIOLI, A.; CROVETTI, A.; BOZZI, R. Use of FT-NIRS for determination of chemical components and nutritional value of natural pasture. **Italian Journal of Animal Science**, v. 17, p.87-91, 2018.

PEREZ MARÍN, D.; DE PEDRO, E.; GUERRERO GINES, J. E.; GARRIDO VARO, A. Feasibility study on the use of near infrared spectroscopy for prediction of the fatty acid profile in live Iberian pig and carcasses. **Meat Science**, v. 83, p.627-633, 2009.

PIRES, F. F.; PRATES, E. R. Uso da técnica da espectrofotometria de refletância no infravermelho proximal (NIRS) na predição da composição química da alfafa (*Medicago sativa*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.1076-1081, 1998

RAFFRENATO, E.; LOMBARD, E.; ERASMUS, L. J.; McNEILL, D. M.; POPPI, D. P. Prediction of indigestible NDF in South African and Australian forages from cell wall characteristics. **Animal Feed Science and Technology**, v. 246, p.104-113, 2018

RECENA, R.; FERNÁNDEZ-CABANÁS, V. M.; DELGADO, A. Soil fertility assesment by Vis-NIR spectorscopy: predicting soil functioning rather than availability indices. **Geoderma**, v.337, p.368-374, 2019.

SERAFIM, C. C.; GUERRA, G. L.; MIZUBUTI, I. Y.; CASTRO, F. A. B.; CALIXTO, O. P. P.; GALBIERO, S.; PARRA, A. R. P. P.; BUMBIERIS JUNIOR, V. H.; PÉRTILE, S. F. N.; REGO, F. C. A. Use of near-infrared spectroscopy for prediction of chemical composition of Tifton 85 grass. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3, p. 1287-1302, 2021.

SHENK, J. S.; WESTERHAUS, M. O. **Analysis of agriculture and food products by Near Infrared Reflectance Spectroscopy**. Foss NIR Systems, Inc., Silver Spring, MD, USA. 1995.

SHENK, J. S.; WESTERHAUS, M. O. Calibration the ISI way. In: DAVIES, A. M. C.; WILLIAMS, P. C. **Near Infrared Spectroscopy: the future waves**. NIR Publications, Chichester, UK, pp. 198–202. 1996.

SHENK, J. S., WESTERHAUS, M. O., ABRAMS, S. M. Protocol for NIR calibrations: monitoring analysis results and recalibration. In: Martens, G.C., Shenk, J.S., Barton, F.E. (Eds.), **II Near Infrared Spectroscopy (NIRS): Analysis of Forage Quality. Agriculture Handbook**. vol. 643. USDA-ARS, US Government Printing Office, Washington, DC, pp. 104–110. 1989.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.

STARK, E. **Near infrared spectroscopy past and future**. In: Davies, A.M.C., Williams, P.C. (Eds.), **Near Infrared Spectroscopy: The Future Waves**. NIR Publications, Chichester, UK, pp. 700–713. 1996.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Constock Publishing Associates. 1994. 476 p.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agricultura biológica 1, 2, 3, 4, 7, 9, 10

Agricultura familiar 1, 2, 3, 9, 10, 127

Aminoácidos 105, 106, 107, 108, 113

Análise de variância 4, 95, 110, 172, 173, 219, 220

Análise estatística 75, 95, 162, 172, 198, 219, 220, 228

Animais de carroça 166

Aves 49, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 116, 117, 118, 119, 121, 122

C

Cães 191, 192, 201, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 213, 214, 215, 216, 217, 218

Cálcio 49, 50, 54, 101, 102, 109, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159

Cama de frango 115, 116, 117

Cavas de garimpo 124, 125, 126, 127, 128, 135

Cervo 187, 188, 189

Composición química-bromatológica 61

D

Desflorestamento 72, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 84, 86

Diagnóstico 33, 38, 103, 134, 160, 162, 168, 169, 181, 193, 194, 200, 202, 204, 208, 213, 217

E

Eclosão 106, 107, 137, 138, 139, 141, 143, 144

Enseñanza-aprendizaje 23, 25, 29, 30

Enzimas intestinais 105, 112

Equino 173, 177, 178

F

Fibra detergente neutro 61, 62, 64, 66, 68

Forrageo 33, 34, 35, 37, 38, 43, 45, 47, 48, 54

Fósforo 49, 54, 67, 89, 100, 104, 109, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159

Fungos filamentosos 48, 52, 115, 116, 117, 118, 120, 121, 122

G

Geoprocessamento 33, 35, 38, 39, 41, 42

Georreferenciamento 13, 15, 20, 21, 22

I

Inseminação artificial 160, 161, 162, 163

L

Legislação ambiental 14, 72, 77, 82, 127

M

Macrominerais 147, 148, 149, 151, 153

Macronutrientes 50, 89, 98, 102

Meio ambiente 15, 16, 17, 22, 34, 45, 72, 74, 75, 77, 88, 90, 125, 126, 127, 132, 135, 136

Mercúrio 124, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135

Milho 44, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 70, 78, 91, 96, 102, 103, 108, 109, 111, 112, 114, 116, 118, 149, 174, 219, 222, 224, 225, 226, 227

Mineração 89, 90, 92, 102, 103, 104, 124, 125, 126, 127, 131, 134

N

Neoplasias testiculares 208, 209, 216

Nutrição 44, 46, 49, 99, 103, 147, 181

O

Ovinos 49, 53, 55, 59, 147, 148

P

Palma forrageira 44, 45, 46, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 59, 60

Papila lingual 184

Pastagens degradadas 33, 36, 41, 42, 79

Patologia 169, 181, 183, 191, 204

Pecuária 33, 34, 35, 36, 40, 41, 42, 49, 54, 72, 73, 74, 75, 79, 80, 82, 86, 87, 88, 161, 166

Piscicultura 126, 127, 131, 132, 134, 135, 138, 141, 145

Práticas agrícolas 1, 2, 3, 6

Propriedades rurais 13, 15, 16, 38, 167

Proteína 49, 50, 51, 61, 62, 63, 66, 68, 70, 86, 109, 148, 149

R

Regressão 95, 140, 141, 144, 147, 151, 152, 153, 154, 219, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228

Regularização fundiária 13, 15, 16, 21, 22

Reprodução bovina 160

Ruminantes 44, 45, 46, 49, 50, 53, 56, 58, 148, 184, 185, 186, 187, 188

S

Sensoriamento remoto 33, 39, 40, 41, 42

Silagem 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 70, 149

Subproduto 89, 98, 102

Sustentabilidade 34, 42, 45, 72, 85, 86

T

Técnicos agropecuarios 23, 24, 25

Temperatura de incubação 138, 139, 141, 142, 144

Testes de médias 219, 221, 222, 223, 224

Tratamentos quantitativos 219, 222, 224, 227

Tumor mamário 190, 200, 202


U


Ultrassonografia 160, 162, 208, 209, 212, 216, 217


V

Vetores 115, 118, 122

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 


www.facebook.com/atenaeditora.com.br 





Inovação e tecnologia nas **CIÊNCIAS AGRÁRIAS**



Ano 2021

2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 



Inovação e tecnologia nas **CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

 **Atena**
Editora
Ano 2021

2