

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS

NÍVEIS DE CONCENTRADO EM DIETAS COM CANA-DE-AÇÚCAR PARA
BUBALINOS (*Bubalus bubalis*)

Luciana de Paula Costa Alves

GARANHUNS-PE
FEVEREIRO 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS

NÍVEIS DE CONCENTRADO EM DIETAS COM CANA-DE-AÇÚCAR PARA
BUBALINOS (*Bubalus bubalis*)

LUCIANA DE PAULA COSTA ALVES
Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Alexandre Silva Pessoa

GARANHUNS-PE
FEVEREIRO 2018

LUCIANA DE PAULA COSTA ALVES

**NÍVEIS DE CONCENTRADO EM DIETAS COM CANA-DE-AÇÚCAR PARA
BUBALINOS (*Bubalus bubalis*)**

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal e Pastagens, do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal e Pastagens da Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns. Área de concentração em Produção Animal

Comitê de Orientação:

Professor Dr. Ricardo Alexandre Silva Pessoa – Orientador

Professor Dr. Kedes Paulo Pereira – Coorientador

Professor Dr. Cleber Thiago Ferreira Costa – Coorientador

**GARANHUNS-PE
FEVEREIRO 2018**

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS

NÍVEIS DE CONCENTRADO EM DIETAS COM CANA-DE-AÇÚCAR PARA
BUBALINOS (*Bubalus bubalis*)

Autora: Luciana de Paula Costa Alves
Orientador: Prof. Dr. Ricardo Alexandre Silva Pessoa

Titulação: Mestre em Ciência Animal e Pastagens
Aprovada: 27 / 02 / 2018

Prof. Dr. Robson Magno Liberal Vêras – UAG/UFRPE
(Examinador)

Prof. Dr. André Luiz Rodrigues Magalhães – UAG/UFRPE
(Examinador)

Prof. Dr. Ricardo Alexandre Silva Pessoa - UFRPE
(Orientador)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Ariano Suassuna, Garanhuns - PE, Brasil

A474n Alves, Luciana de Paula Costa

Níveis de concentrado em dietas com cana-de-açúcar para bubalinos (*Bubalus bubalis*) / Luciana de Paula Costa Alves. - 2018.

65 f. : il.

Orientador: Ricardo Alexandre Silva Pessoa.

Coorientadores: Kedes Paulo Pereira, Cleber Thiago Ferreira Costa.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós - Graduação em Ciência Animal e Pastagens, Garanhuns, BR - PE, 2018.

Inclui referências e anexos

1. Bufalos 2. Ruminante 3. Proteínas microbianas 4. Nutrição animal I. Pessoa, Ricardo Alexandre Silva, orient. II. Pereira, Kedes Paulo, coorient. III. Costa, Cleber Thiago Ferreira, coorient. IV. Título

CDD 636.0852

Epígrafe

“E aconteceu que a voz do Senhor lhes falou em suas aflições dizendo: Levantai a cabeça e tende bom ânimo, porque sei do convênio que fizestes comigo, e farei um convênio com o meu povo e libertá-lo-ei do cativo; E também aliviarei as cargas que são colocadas sobre vossos ombros, de modo que não as podereis sentir sobre vossas costas enquanto estiverdes no cativo, e isso eu farei para que sejais minhas testemunhas no futuro e para que tenhais plena certeza de que eu, o Senhor Deus, visito meu povo nas suas aflições.”

MOSIAS 24: 13-14

(Livro de Mórmon- Outro testamento de Jesus Cristo)

*Ao **Pai Celestial** acima de tudo.*

*A minha amada mãe **Ana Célia** que sempre me mostrou o caminho certo e me apoiou em todas as decisões.*

*Ao meu pai **Soldemar** pela inspiração de seguir a Área de Agrárias.*

*Ao meu avô **Anselmo Alves** que sempre me incentivou a ir mais além.*

*A minha querida e amada vó **Dalva Costa** (in memoriam) que sempre amei e vou amar.*

*Ao meu irmão **Rômulo Costa** (in memoriam) que sempre me olha lá de cima.*

*Ao meu querido padrasto **José Frasão** que sempre me apoiou e ajudou em tudo.*

*Ao meu esposo **Élison Macêdo** pelo carinho, amor, dedicação, apoio e motivação.*

*Aos meus **amigos e familiares** de todas as horas.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Pai Celestial por me acompanhar a cada passo e cada escolha feita na minha vida, pois nada sou sem ele. A minha família, em especial minha mãe Ana Frasão e meu padrasto José Frasão, que sempre me deram forças e estiveram presentes ao meu lado nessa caminhada em busca dos propósitos a mim destinados. Ao meu esposo Élisson Macêdo por sempre me apoiar e incentivar em todos os momentos.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, especialmente ao Programa de Pós Graduação em Ciência Animal e Pastagens pela oportunidade oferecida, pela difusão de conhecimentos da área de Zootecnia, pelo acolhimento e por ter possibilitado a realização deste curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos. A Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelo financiamento desta pesquisa.

Ao meu orientador Prof. Dr. Ricardo Alexandre Pessoa, aos orientadores Prof. Dr. Kedes Paulo Pereira e Prof. Dr. Cleber Thiago Ferreira Costa e a todos os professores do Programa de Pós Graduação em Ciência Animal e Pastagens Zootecnia da UFRPE, pelos ensinamentos e contribuições na minha formação acadêmica.

Aos professores da banca examinadora, pelas valiosas contribuições a este trabalho.

Aos companheiros que me ajudaram Seu Pedro, Lebre, Romildo, Matheus, Hadja, Rennan, Yasmin, Carone, Lucas, Joelline, Luiz Henrique, Caio, Guilherme, Andreza, Laura, Luiz Wilker, Michel e Rodrigo pela valiosa contribuição durante o período experimental e análises, sem a ajuda de vocês seria difícil concluir este trabalho. Aos amigos conquistados no decorrer do curso: Fabson, Paula, Sánara, Gabriela, Diana, Steyce, Ana Lúcia, Cláudio, Janieire, Fábio, Tafnes, Diana Rocha e demais, pela saudável convivência e apoio durante esses dois anos.

A todos os funcionários da Unidade Acadêmica de Garanhuns, pelo acolhimento e convívio agradável.

A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigada!

BIOGRAFIA

Luciana de Paula Costa Alves, filha de Ana Célia Lima Frasão da Silva e Soldemar Nilo Ribeiro Alves, nasceu na cidade de São Luís, estado do Maranhão, no dia 5 de Abril de 1991. Em março de 2011, ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Estadual do Maranhão – Campus São Luís, onde desenvolveu atividades de extensão e iniciação científica, além de estágios extracurriculares na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA COCAIS- São Luís/MA), Universidade Estadual Júlio de Mesquita (UNESP- Jaboticabal/SP) e Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ- USP- Piracicaba/SP). Em março de 2016, recebeu o título de Bacharel em Zootecnia pela Universidade Estadual do Maranhão. No mesmo mês, ingressou no Programa de Pós-graduação em Ciência Animal e Pastagens da Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Garanhuns (UFRPE/UAG-Garanhuns/PE), concentrando seus estudos na área de Produção de Ruminantes, submetendo-se à defesa da dissertação para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal e Pastagens no dia 27 de Fevereiro de 2018.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	11
LISTA DE TABELAS	12
RESUMO	13
ABSTRACT	14
CAPÍTULO I.....	15
1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1. Cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes.....	17
2.2. Variedade RB92579.....	18
2.3. Sincronização energia:proteína.....	19
2.4. Características da Fermentação Ruminal em Bubalinos.....	20
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
4. OBJETIVOS.....	27
4.1. Geral.....	27
4.2. Específicos	27
CAPÍTULO II.....	28
RESUMO	29
INTRODUÇÃO.....	30
MATERIAIS E MÉTODOS.....	31
Análises químicas	33
Análise Estatística	34
RESULTADOS	34
DISCUSSÃO	35
CONCLUSÃO.....	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
ANEXO	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ATR – Açúcares Totais Recuperáveis
CEUA- Comitê de Ética no Uso de Animais
CNF- Carboidrato Não Fibroso
DP- Derivados de Purina
DZ- Departamento de Zootecnia
EAL- Eficiência de Alimentação
EE- Extrato Etéreo
EPM – Erro Padrão da Média
ERUFDN- Eficiência de Ruminação na Fibra em Detergente Neutro
ERUMS- Eficiência de Ruminação na Matéria Seca
FDA- Fibra em Detergente Ácido
FDN- Fibra em Detergente Neutro
FDNcp- Fibra em Detergente Neutro corrigido pra Cinzas e Proteína
FDNi- Fibra em Detergente Neutro Indigestível
IFSERTÃO- Instituto Federal do Sertão Pernambucano
LANA – Laboratório de Nutrição Animal
LIG – Lignina
MO – Matéria Orgânica
MS- Matéria Seca
NDT- Nutrientes Digestíveis Totais
N-NH₃- Nitrogênio Amoniacal
NNP- Nitrogênio Não Proteico
PB- Proteína Bruta
PC- Peso Corporal
pH- Potencial Hidrogeniônico
TNT- Tecido Não Tecido
UAG – Unidade Acadêmica de Garanhuns
UFAL – Universidade Federal de Alagoas
UFRPE- Universidade Federal Rural de Pernambuco

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1- Composição bromatológica do volumoso e dos ingredientes do concentrado	44
Tabela 2 - Proporção dos ingredientes das dietas experimentais	45
Tabela 3- Consumo de nutrientes (kg/dia) de bubalinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar e níveis de concentrado.	46
Tabela 4- Coeficiente de digestibilidade dos nutrientes de bubalinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar e níveis de concentrado.	47
Tabela 5- Comportamento ingestivo e Eficiências de bubalinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar e níveis de concentrado.	48
Tabela 6- Estimativa do pH ruminal em função do nível de concentrado (20,40,60 80%), e do nitrogênio amoniacal ruminal em função do tempo de mensuração (0, 2, 4 e horas) em dietas para bubalinos.	49
Tabela 7- Eficiência de utilização dos compostos nitrogenados de bubalinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar e níveis de concentrado.	50
Tabela 8- Excreção de derivados de purinas de bubalinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar e níveis de concentrado.	51

RESUMO

ALVES, Luciana de Paula Costa. **Níveis de concentrado em dietas com cana-de-açúcar para bubalinos (*Bubalus bubalis*)**. 2018. 66 p. Defesa (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns, PE¹.

A cana-de-açúcar se destaca por possuir um comportamento fisiológico diferente de outras forrageiras. A cana-de-açúcar não perde biomassa nos períodos de escassez de água e por esse motivo é uma alternativa na alimentação de ruminantes. É necessário o uso de concentrado para melhorar a produtividade e atender as exigências nutricionais dos animais alimentados com cana-de-açúcar. Diante disso, objetivou-se avaliar dietas constituídas de cana-de-açúcar *in natura*, variedade RB92579, associada a diferentes níveis de concentrado sob o consumo, digestibilidade dos nutrientes, comportamento ingestivo, parâmetros ruminais, balanço de nitrogênio e síntese microbiana ruminal. Foram utilizados quatro bubalinos da raça Murrah (300±50kg) canulados no rúmen, distribuídos em delineamento quadrado latino (4X4). O experimento foi constituído de quatro períodos experimentais, com duração de dezessete dias cada. Treze dias foram destinados para adaptação dos animais às dietas e os outros quatro dias para a coleta de dados e amostras. O aumento dos níveis de concentrado na dieta resultou em efeito linear crescente para consumo de nutrientes, balanço de nitrogênio, eficiência de alimentação e síntese de proteína microbiana ruminal. A digestibilidade aparente dos nutrientes e a concentração de nitrogênio amoniacal ruminal apresentaram comportamento quadrático, quanto ao aumento dos níveis de concentrado nas dietas. Níveis crescentes de concentrado associados a cana-de-açúcar em dietas para bubalinos canulados permitem a manutenção dos parâmetros ruminais dentro da normalidade e proporcionam aumento no consumo de matéria seca e de nutrientes, na eficiência de alimentação e de utilização dos compostos nitrogenados e na síntese de proteína microbiana ruminal.

Palavras-chave: búfalos, comportamento ingestivo, fermentação ruminal, *Saccharum* spp.

¹Comitê de Orientação: Prof. Dr. Ricardo Alexandre Silva Pessoa – UFRPE (Orientador); Prof. Dr. Kedes Paula Pereiras – CECA/ UFAL (Coorientador); Prof. Dr. Cleber Thiago Ferreira Costa – IFSERTÃO (Coorientador)

ABSTRACT

ALVES, Luciana de Paula Costa 2018. **Levels of concentrate in diets with sugarcane for buffaloes (*Bubalus bubalis*)**. 66 p. Defense (Master in Animal Science and Pastures) - Rural Federal University of Pernambuco, Academic Unit of Garanhuns, PE.¹

Sugarcane stands out for having a physiological behavior different from other forages. Sugarcane does not lose biomass during periods of water shortage and is therefore an alternative in ruminant feeding. It is necessary to use concentrate to improve productivity and meet the nutritional requirements of animals fed with sugarcane. The objective of this study was to evaluate diets with in natura sugarcane, variety RB92579, associated to different levels of concentrate in the consumption, nutrient digestibility, ingestive behavior, ruminal parameters, nitrogen balance and ruminal microbial synthesis. Four ruminal-cannulated Murrah buffaloes (300 ± 50 kg) distributed in Latin Square Design (4X4) were used. The experimental consisted of four experimental periods, each lasting seventeen days. Thirteen days of adaptation of the animals to the diets and the other four days for the collection of data and samples. The increase in concentration levels in the diet resulted in effect linear increase for nutrient consumption, nitrogen balance, feed efficiency and ruminal microbial protein synthesis. The apparent digestibility of the nutrients and the concentration of ruminal ammoniacal nitrogen presented a quadratic behavior with increase of concentration levels in the diets. Increasing levels of concentrate associated with sugarcane in diets for rumen-cannulated buffaloes allow the maintenance of ruminal parameters within normality and provide an increase in dry matter and nutrient consumption, feed efficiency and use of nitrogen compounds, and in ruminal microbial protein synthesis.

Keywords: buffalo, ingestive behavior, ruminal fermentation, *Saccharum* spp.

¹Committee Advisor: Prof. Dr. Ricardo Alexandre Pessoa - PPGCAP/UFRPE (advisor); Prof. Dr. Kedes Paulo Pereira – CECA/ UFAL (coadvisor); Prof. Dr. Cleber Thiago Ferreira Costa – IFSERTÃO(coadvisor).

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

O búfalo (*Bubalus bubalis*) é um animal doméstico que apresenta grande potencial para produção de carne e leite, sendo criados nas cinco regiões do Brasil e se adaptam as mais diversas condições ambientais. Possui como base alimentar pastagens de baixo valor nutricional, com ausência de suplementação, fazendo com que os animais não demonstrem seu potencial produtivo (CASTRO et al., 2008). Dessa forma, a cadeia produtiva da bubalinocultura apresenta alguns desafios para alcançar índices zootécnicos satisfatórios, pois os custos com alimentação ainda é considerado o principal empecilho para maximização da produção animal, principalmente quanto a sazonalidade na oferta de alimento volumoso.

Uma forragem alternativa que pode ser destinada a alimentação animal é a cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), visando contornar a escassez de alimento na época seca do ano, quando as pastagens reduzem a produção de biomassa (SALOMÃO et al., 2015). A cana-de-açúcar possui algumas vantagens dentre elas maturidade que coincide com o período de escassez das pastagens e alto teor de sacarose (LASCANO et al., 2012). Dietas com alto teor de sacarose quando associada a altas concentrações de amônia no fluido ruminal, pode promover o crescimento de microrganismos no rúmen (HALL & HUNTINGTON, 2008).

A cana-de-açúcar é uma gramínea rica em fibra de baixa degradação ruminal, com baixos teores de proteína bruta (2 a 3% na matéria seca) e desbalanço de minerais (CARVALHO et al., 2010; QUEIROZ et al., 2012). Desse modo, a cana-de-açúcar deve está associada ao concentrado, visando obter melhores resultados de desempenho dos ruminantes (PINTO et al., 2010)

Estudos realizados com bovinos (BARTOCCI et al., 1997; CORDEIRO et al., 2007; COSTA et al., 2011; SALOMÃO et al., 2015) indicam que a utilização da cana-de-açúcar deve está associada à maior participação de alimentos concentrados na dieta, assim como a necessidade de adição de fonte de compostos nitrogenados não-proteicos (NNP), como a ureia (CORDEIRO et al., 2007). Estas mudanças podem proporcionar maior aporte de matéria orgânica digestível, levando ao aumento da concentração de energia, diminuição da concentração de fibra de baixa digestibilidade e, conseqüentemente, ao maior consumo de matéria seca para atender às exigências energéticas do animal (COSTA et al., 2005).

Quando a alimentação dos ruminantes é baseada apenas em volumosos pode ocorrer limitação no consumo, por possuírem baixa concentração de nutrientes e elevados teores de fibra. Nessas condições, é necessária a inclusão de alimentos concentrados para atender as exigências nutricionais para produção (NAGARAJA & TITGEMEYER, 2006), ou seja, para que dietas à base da cana-de-açúcar apresentem resultados positivos, essas devem ser suplementadas com concentrados, visto que esses apresentam efeitos benéficos sobre o consumo voluntário e a digestibilidade total dos alimentos. No entanto, alterações na relação volumoso:concentrado, devem ser feitas de forma criteriosa, o que exige a condução de estudos nos quais se busquem conhecer as interações e os impactos produzidos pelo aumento do nível de concentrado no desempenho desses animais (SALOMÃO et al., 2015).

Torna-se necessário encontrar um nível ideal de concentrado, aliado a cana-de-açúcar na busca por alimentos que favoreçam a fermentação ruminal, ao qual possam atender as exigências nutricionais dos bubalinos tanto no período de maior produção de forragem, quanto no período de estiagem.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes

A cana-de-açúcar não é nativa do Brasil, é originária da Ásia meridional, constituindo-se de uma gramínea da espécie *Saccharum* spp. sendo muito cultivada em países tropicais e subtropicais (SOARES et al., 2015).

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, ao qual teve a produção estimada em 694,6 milhões de toneladas na safra 2016/2017, apresentando incremento de 4,16% em relação à safra passada 2015/2016. A Companhia Nacional de Abastecimento comumente quantifica a produção de cana-de-açúcar para dois destinos principais, sendo eles à produção de etanol com 59,6% e 40,4% para fabricação do açúcar (CONAB, 2017). Por esse fato, não há dados referentes à produção de cana-de-açúcar destinada para alimentação de ruminantes.

A cana-de-açúcar se destaca por possuir um comportamento fisiológico diferente das demais forragens, que reduzem a biomassa no período de estiagem, ocorrendo uma alta produção de carboidratos que se armazenam com o avanço do tempo e o aumento da digestibilidade com o desenvolvimento da planta. Essas características favorecem a utilização da cana-de-açúcar como volumoso na alimentação de ruminantes em épocas de baixa oferta de gramíneas (CRUZ et al., 2014).

A cana-de-açúcar possui algumas limitações nutricionais, como o baixo teor de proteína bruta na matéria seca, valores médios entre 2% a 3% nas diversas variedades (LIMA JÚNIOR et al., 2010), e altos níveis de fibra indigestível (ROMÃO et al., 2014). Por se tratar de uma fibra de baixa qualidade, resulta em efeito negativo no consumo (SIQUEIRA et al., 2012), limitando o desempenho dos animais. Por esse motivo, a cana-de-açúcar deve ser suplementada com concentrados para que se tenha uma melhor produtividade animal, favorecendo o consumo voluntário e a digestibilidade total dos alimentos (SALOMÃO et al., 2015).

Os concentrados promovem aumento do consumo e da digestão dos nutrientes dietéticos, causando maior ingestão de proteína, energia e demais nutrientes. Os alimentos concentrados apresentam menores teores de fibra e maior porcentagem de carboidratos não fibrosos, os quais são rapidamente fermentados no rúmen, produzindo ácidos graxos e células microbianas, os quais representam a principal fonte de energia e aminoácidos para o ruminante (CABRAL et al., 2006).

A manipulação da relação entre alimentos volumosos e concentrados na dieta deve ser realizada de forma criteriosa, pois índices elevados de concentrado podem alterar os processos fermentativos e elevar ao máximo a eficiência de síntese microbiana, bem como a eficiência de utilização dos nutrientes dietéticos, sendo uma ferramenta para que os animais atinjam maiores índices de produtividade (ARRIGONI et al., 2013).

Salomão et al. (2015) utilizando dietas constituídas de cana-de-açúcar e diferentes inclusões de concentrado (0, 20, 40, 60 e 80 %) para bovinos, observaram maior ingestão de energia com aproximadamente 65% de concentrado nas dietas.

Oliveira et al. (2009), utilizando cana-de-açúcar como volumoso exclusivo e dois níveis de concentrado (60 e 40%), concluiu que o nível de 60% de concentrado proporciona melhores desempenhos e características de carcaça, sendo o mais indicado para terminação de bovinos jovens em confinamento.

Logo, a cana-de-açúcar como volumoso em altas concentrações proporciona decréscimo no consumo e no desempenho dos animais (SIQUEIRA et al., 2012). Nesse sentido, para utilização eficiente da cana-de-açúcar como volumoso suplementar, é necessária a participação de alimentos concentrados nas dietas.

2.2. Variedade RB92579

A escolha de uma determinada variedade de cana-de-açúcar representa a probabilidade do uso como volumoso na alimentação de ruminantes. Sendo a utilização da cana-de-açúcar viável, pois apresenta alta produção de matéria verde e qualidade adequada no período em que as pastagens diminuem a biomassa (MAEDA et al., 2012).

As variedades RB foram lançadas em 2003 pelo Programa de Melhoramento Genético de cana-de-açúcar da Universidade Federal de Alagoas, e atualmente a variedade RB92579 é a mais plantada no Nordeste, ocupando 30% da área total plantada (ALMEIDA et al., 2008).

A RB92579 tem como principais características uma acentuada produtividade agrícola, com bom perfilhamento, fechamento da entrelinha e brotação das socarias o que garante longevidade dos canaviais. Além de possuir porte semi-ereto, facilitando a colheita, com boa recuperação após períodos de seca, essa variedade responde bem à irrigação sendo muito eficiente no uso da água. É recomendada para colheita do meio para o final de safra (outubro a janeiro) e com amplas épocas de plantio (julho a janeiro) (RIDESA, 2010).

Em trabalho realizado por Almeida et al. (2008) a variedade RB92579, quando comparada a outras variedades de cana-de-açúcar se mostrou mais produtiva e obteve maior acumulado de matéria seca e colmos no primeiro e segundo ciclo. Esses autores concluíram que a variedade RB92579 foi a mais produtiva porque seu aparato fotossintético foi maior em todos os períodos dos dois cultivos, ocasionando melhor aproveitamento da energia solar.

A variedade RB92579 apresentou maior quantidade de ATR (açúcares totais recuperáveis), quando comparado a outras três variedades (SP79-1011, RB931530 e RB93509), possivelmente sendo essa característica que justifica a ocupação dessa variedade em grandes áreas de cultivo nas regiões do Nordeste (COSTA et al., 2011). A relação fibra e açúcares é uma variável importante na escolha de variedades de cana-de-açúcar para alimentação dos ruminantes, sendo sugerido baixo conteúdo de fibra e alto conteúdo de açúcar (BONOMO et al., 2009). Essa variedade quando irrigada plenamente mostrou-se mais eficiente na utilização de água absorvida, quando comparada as duas variedades SP81-3250 e RB763710 (OLIVEIRA et al., 2011).

2.3. Sincronização energia:proteína

A proteína microbiana é sintetizada a partir do processo de fermentação ruminal, por meio da degradação do alimento, ao qual depende das relações que envolvem seu metabolismo, as espécies de microrganismos e a disponibilidade de carboidratos e nitrogênio (BACH et al., 2005). Dessa forma é necessária a determinação da contribuição da proteína microbiana na nutrição protéica de ruminantes (CHEN & GOMES, 1992). A proteína microbiana é uma fonte de alta qualidade de aminoácidos disponíveis para a absorção, possuindo uma digestibilidade aparente intestinal de aproximadamente 85% (CASTAÑEDA & PEÑUELA, 2011), ao qual representa cerca de 50 a 80% do total de proteína absorvida pelo animal (STORM & ORSKOV, 1983).

A sincronização no fornecimento entre fontes de carboidratos e de nitrogênio geram uma maior eficiência microbiana e redução da perda de nitrogênio em forma de amônia e da energia dos carboidratos, o que melhora a digestão da matéria seca, em especial a fração fibrosa (CALDAS NETO et al., 2007). Por esse motivo a relação energia e proteína são essenciais para o desenvolvimento dos microrganismos ruminais (EKINCI & BRODERICK, 1997). Desse modo, a disponibilidade e a sincronização entre energia e os compostos nitrogenados no rúmen, são apontados como os mais importantes fatores que podem afetar a síntese de proteína microbiana (RUSSELL et al.,

1992).

A adição de uma fonte de compostos nitrogenados não proteicos (NNP), como a ureia, visa elevar o teor de proteína bruta (PB) e maximizar a produção bacteriana no rúmen (CORDEIRO et al., 2007). A ureia pode ser utilizada como fonte de nitrogênio quando há disponibilidade de um suprimento adequado de carboidrato fermentável no rúmen para a síntese de proteína microbiana (VAN SOEST, 1994).

As bactérias ruminais, particularmente as celulolíticas, utilizam melhor a amônia como fonte de nitrogênio para a síntese de proteína microbiana e, portanto, é necessário a disponibilidade adequada deste composto para que ocorra o crescimento desses microrganismos (KAMRA, 2005).

A energia utilizada nos processos biológicos de manutenção da microbiota ruminal é oriunda de produtos da fermentação do rúmen, logo sua composição pode ser influenciada pela proporção de concentrado na dieta (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2003; RIBEIRO JÚNIOR et al., 2016). Dietas com maior proporção de concentrado pode estimular o crescimento microbiano aumentando a disponibilidade de carboidratos fermentáveis. Altas proporções de volumoso podem limitar a ingestão e digestibilidade dos nutrientes (GONZÁLEZ et al., 2012).

2.4. Características da Fermentação Ruminal em Bubalinos

As bactérias ruminais são vitais para a saúde e a produtividade do animal ruminante, pois seu sistema digestivo permite a utilização de alimentos fibrosos, possibilitando a conversão de celulose e outros polissacarídeos presentes na parede celular de vegetais em energia (SAMPAIO et al., 2000).

Os búfalos utilizam os microrganismos ruminais para melhor digestão das fibras (FRANZOLIN et al., 2012), possuindo um rúmen com maior atividade celulolítica e melhor aproveitamento dos componentes fibrosos (TEWATIA & BHATIA, 1998); maior número de protozoários ciliados, responsáveis pela fermentação de carboidratos estruturais (FRANZOLIN et al., 2000; RÍSPOLI et al., 2009); maior concentração de amônia, refletindo melhor atividade de desaminases intracelular e reciclagem salivar de ureia (TEWATIA & BHATIA, 1998) e maior tempo de exposição dos alimentos fibrosos à ação dos microrganismos (BARTOCCI et al., 1997).

A fermentação ruminal depende de fatores envolvidos no ambiente ruminal, dentre eles o pH, que pode variar conforme as dietas consumidas, ao qual varia de 5,5 a 7,0. Souza et al. (2000) utilizaram quatro bubalinos e quatro bovinos adultos com

fístulas ruminais alimentados com quatro níveis crescentes de fibra insolúvel em detergente neutro na matéria seca (54, 60, 66 e 72%), avaliaram quanto as suas características de fermentação ruminal. Os búfalos apresentaram valor médio de pH no rúmen de 6,78 e os bovinos 6,58.

Resultado semelhante no valor médio de pH foi encontrado por Maeda et al. (2007), que utilizaram três bubalinos e três bovinos fistulados no rúmen e avaliaram a influência do fornecimento de níveis crescentes de concentrado (23; 43 e 63%) em dietas com silagem de milho e observaram que o pH ruminal nos bubalinos foi de 6,7 e nos bovinos 6,3.

A produção de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) no rúmen de búfalos pode variar conforme a quantidade e qualidade da proteína que o animal ingere, além da disponibilidade energética da dieta. Maeda et al. (2007) relataram que a máxima concentração de nitrogênio amoniacal ruminal nos bubalinos foi obtida às 3 horas e 42 minutos após o fornecimento das dietas, sendo de 19,62 mg/100mL para 23% de concentrado, de 17,20 mg/100mL para 43% concentrado e de 15,16 mg/100mL para 63% de concentrado em dietas com silagem de milho como volumoso. Alves et al. (2009) relataram pico de concentrações de nitrogênio amoniacal ruminal de búfalos após duas horas do fornecimento das dietas.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A.C.S.; SOUZA, J.L.; TEODORO, I.; BARBOSA, G.V.S.; MOURA FILHO, G.; FERREIRA JÚNIOR, R.A. Desenvolvimento Vegetativo e Produção de Variedades de Cana-de-açúcar em Relação a Disponibilidade Hídrica e Unidades Térmicas. **Ciência Agrotecnologia**, v. 32, n. 5, p. 1441-1448. 2008
- ALVES, T.C.; FRANZOLIN, R.; RODRIGUES, P. H. M.; ALVES, A. C. Efeitos De Dietas Com Níveis Crescentes De Milho No Metabolismo Ruminal De Energia E Proteína Em Bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 38, n. 10, p. 2001-2006, 2009.
- ARRIGONI, M.B.; MARTINS, C. L.; SARTI, L.M.N.; BARDUCCI, R.S.; FRANZÓI, M.C.S.; VIEIRA JÚNIOR, L.C.; PERDIGÃO, A.; RIBEIRO, F.A.; FACTORI, M. A. Níveis Elevados de Concentrado na Dieta de Bovinos em Confinamento. **Veterinária e Zootecnia**. v. 20, n. 4, p. 539-551. 2013.
- BACH, A.; CALSAMIGLIA, S.; STERN, M. D. Nitrogen Metabolism in the Rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 88, p. 9-21, 2005.
- BARTOCCI, S.; AMICI, A.; VERNA, M.; TERRAMOCCIA, S.; MARTILLOTTI, F. Solid and fluid passage rate in buffalo, cattle, and sheep fed diets with different forage to concentrate ratios. **Livestock Production Science**. v. 52, n. 3, p. 201-208, 1997.
- BONOMO, P.; CARDOSO, C. M. M.; PEDREIRA, M. S.; SANTOS, C. C.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F. Potencial Forrageiro de Variedades de Cana-de-Açúcar Para Alimentação de Ruminantes. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v. 31, n. 1, p. 53-59, 2009.
- CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; MALAFAIA, P. A. M.; ZERVOUDAKIS, J. T.; SOUZA, A. L.; VELOSO, R. G.; NUNES, P. M. M. Consumo e digestibilidade dos nutrientes em bovinos alimentados com dietas à base de volumosos tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 35, n. 6, p. 2406-2412, 2006.
- CALDAS NETO, S. F.; ZEOULA, L. M.; KAZAMA, R.; PRADO, I. N.; GERON, L.J. V.; OLIVEIRA, F.C.L.; PRADO, O.P. P. Proteína Degradável No Rúmen Associada a Fontes De Amido De Alta ou Baixa Degradabilidade: Digestibilidade in Vitro e Desempenho De Novilhos em Crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.452-460, 2007.
- CARVALHO, M. V.; RODRIGUES, P. H. M.; LIMA, M. L. P.; ANJOS, I. A. A.; LANDELL, M. G. A.; SANTOS, M. V.; PRADA E SILVA, L. F. Composição Bromatológica E Digestibilidade De Cana-De-Açúcar Colhida Em Duas Épocas Do Ano. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 47, n.4, p. 298-306, 2010.
- CASTAÑEDA-SERRANO, R. D.; PEÑUELA, L. M. Técnicas de Quantificação da Síntese Microbiana no Rúmen: Uma Revisão. **Revista CES Medicina Veterinária y Zootecnia**. v.6, p.46-53, 2011.
- CASTRO, A. C.; LOURENÇO JÚNIOR, J.B.; SANTOS, N. F. A.; MONTEIRO, E. M. M.; AVIZ, M.A.B.; GARCIA, A.R. Sistema Silvipastoril Na Amazônia:

- Ferramenta Para Elevar O Desempenho Produtivo De Búfalos. **Ciência Rural**. v. 38, n. 8, p. 2395-2402, 2008.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details**. International feed research unit. Rowett Research Institute. Aberdeen, UK. 21p. 1992.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira Cana-de-açúcar**. v. 4 - Safra 2017/18, n. 3 - Terceiro levantamento. p. 1-77, 2017
- CORDEIRO, C.F.A.; PEREIRA, M.L.A.; MENDONÇA, S.S.; ALMEIDA, P.J.P.; AGUIAR, L.V.; FIGUEIREDO, M.P. Consumo e Digestibilidade Total Dos Nutrientes e Produção e Composição do Leite de Vacas Alimentadas com Teores Crescentes de Proteína Bruta na Dieta Contendo Cana-de-açúcar e Concentrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 2118-2126, 2007.
- COSTA, L.T.; SILVA, F.F.; VELOSO, C.M.; PIRES, A.J.V.; ROCHA NETO, A.L.; MENDES, F.B.L.; RODRIGUES, E.S.O.; SILVA, V.L. Análise Econômica da Adição de Níveis Crescentes de Concentrado em Dietas Para Vacas Leiteiras Mestiças Alimentadas com Cana-De-Açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40, n.5, p.1155-1162, 2011.
- COSTA, M. A. L.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; CECON, P. R.; PAULINO, P. V. R.; MORAES, E. H. B. K. e MAGALHÃES, K. A. Desempenho, Digestibilidade e Características de Carcaça de Novilhos Zebuínos Alimentados com Dietas Contendo Diferentes Níveis de Concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.268-279, 2005.
- CRUZ, L. R.; GERASEEV, L.C.; CARMO, T.D.; SANTOS, L. D. T.; BARBOSA, E.A.; COSTA, G.A.; SANTOS JUNIOR, A. Características Agronômicas e Composição Bromatológica de Variedades de Cana-de-açúcar. **Bioscience Journal**. v.30, n. 6, p. 1779–86, 2014.
- EKINCI, C.; BRODERICK, G.A. Effect of Processing High Moisture Ear Corn on Ruminant Fermentation and Milk Yield. **Journal Dairy Science**, v. 80, p. 3298-3307, 1997.
- FRANZOLIN, R.; FRANZOLIN, M.H.T.; GOMIDE, C.A.; SCHALCH, E.; DA SILVA, J.R. Efeitos de Dietas com Polpa Cítrica em Substituição ao Milho em Grãos no Concentrado Sobre a Degradabilidade e a Fauna Ruminant em Bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 2109-2118, 2000.
- FRANZOLIN, R.; ST-PIERRE, B.; NORTHWOOD, K.; WRIGHT, A.D.G. Analysis of Rumen Methanogen Diversity in Water Buffaloes (*Bubalus bubalis*) Under Three Different Diets. **Microbial Ecology**. v. 64, p. 131–139, 2012.
- GONZÁLEZ, L.A.; MANTECA, X.; CALSAMIGLIA, S.; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K.S.; FERRET A. Ruminant Acidosis In Feedlot Cattle: Interplay Between Feed Ingredients, Rumen Function And Feeding Behavior (A Review). **Animal Feed Science and Technology**. v. 172, p. 66–79, 2012.
- HALL, M.B.; HUNTINGTON, G.B. Nutrient Synchrony: Sound In Theory, Elusive In Practice. **Journal of Animal Science**. v. 86, p. 287–292, 2008.

- KAMRA, D.N. Rumen microbial ecosystem. **Current Science**, v. 89, n. 1, p. 124- 134, 2005.
- LASCANO, G.J.; VELEZ, M.; TRICARICO, J.M.; HEINRICHS, A.J. Nutrient Utilization Of Fresh Sugarcane- Based Diets With Slow-Release Nonprotein Nitrogen Addition For Control-Fed Dairy Heifers. **Journal of Dairy Science**. v. 95, p. 370–376, 2012.
- LIMA JÚNIOR, D.M.; MONTEIRO, P.B.S.; RANGEL, A. H. N.; MACIEL, M.V.; OLIVEIRA, S.E.O. Cana-De-Açúcar Na Alimentação de Ruminantes. **Revista Verde**. v. 5, n. 2, p. 13 – 20, 2010
- LUNDRI, R.S.; RAZDAN, M.N. Effect of Variable Amount of Dietary Nitrogen on pH, VFA and Total and Particulate Nitrogen in The Rumen of Cow and Buffaloes. **Journal of Dairy Science**. v.34, n.3, p.272-277, 1981.
- MAEDA, E. M.; ZEOULA, L. M.; JOBIM, C. C.; CECATO, U.; RIGOLON, L. P.; KAZAMA, R.; JACOBI, G.; CARVALHO, A. F. G. Intake, Digestibility, Rumen Characteristics And Microbial Protein Synthesis Efficiency In Bovine And Bubaline Fed Sugar Cane Silage With Additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 41, p. 707-716, 2012.
- MAEDA, E.M.; ZEOULA, L.M.; GERON, L.J.V.; BEST, J.; PRADO, I.N.; MARTINS, E.N.; KAZAMA, R. Digestibilidade e Características Ruminais De Dietas Com Diferentes Níveis de Concentrado Para Bubalinos e Bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n. 3, p.716-726, 2007.
- NAGARAJA, T. G.; TITGEMEYER, E. C. Ruminal Acidosis In Beef Cattle: The Current Microbiological And Nutritional Outlook. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 17-38, 2006.
- OLIVEIRA, A.S.; DETMANN, E.; CAMPOS, J.M.S.; PINA, D.S.; SOUZA, S.M.; COSTA, M.G. Meta-análise do impacto da fibra em detergente neutro sobre o consumo, a digestibilidade e o desempenho de vacas leiteiras em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1587-1595, 2011.
- OLIVEIRA, E.A.; SAMPAIO, A.A.M.; FERNANDES, A.R.M.; HENRIQUE, W.; OLIVEIRA, R.V.; RIBEIRO, G.M.. Desempenho E Características De Carcaça De Tourinhos Nelore e Canchim Terminados em Confinamento Recebendo Dietas Com Cana-De-Açúcar r Dois Níveis De Concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.12, p.2465-2472, 2009.
- PALIWAL, V.K.; SAGAR, V. Effect of Dietary Fiber Protein on Rumen Microbial Fermentation in Cattle and Buffalo. **Journal of Animal Science**. v. 60, n.1, p.66-70, 1990.
- PINTO, A.P.; ABRAHÃO, J.J.S.; MARQUES, J.A. NASCIMENTO, W.G.; PEROTTO, D.; LUGÃO, S.M.B. Desempenho e características de carcaça de tourinhos mestiços terminados em confinamento com dietas à base de cana-de-açúcar em substituição à silagem de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.198-203, 2010.
- POLLI, V. A.; RESTLLE, J.; SENNA, D. B.; ROSA, C. E.; AGUIRRE, L. F.; DA SILVA, J. H. S. Comportamento de bovinos e bubalinos em regime de confinamento- I. Atividades. **Ciência Rural**, v. 25, n. 1, p. 127-131, 1995.

- PRADHAN, K.; BHATIA, S.K.; SANGWAN, D.C. Feed Consumption Pattern, Ruminal Degradation, Nutrient Digestibility and Physiological Reactions in Buffalo and Cattle. **Indian Journal of Animal Sciences**, v. 67, n. 2, p. 149-151, 1997.
- PRADO, O.P.P.; ZEOULA, L.M.; MOURA, L.P.P.; FRANCO, S.L.; PRADO, I.N.; JACOBI, G. Efeito Da Adição De Própolis E Monensina Sódica Na Digestibilidade E Características Ruminais Em Bubalinos Alimentados Com Dieta À Base De Forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 39, n. 9, p. 2055-2065, 2010.
- QUEIROZ, M.F.S.; BERCHIELLI, T.T.; SIGNORETTI, R.D.; RIBEIRO, A.F.; MORAIS, J.A.S. Metabolism and Ruminant Parameters Of Holstein × Gir Heifers Fed Sugarcane And Increasing Levels Of Crude Protein. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 41, p.2101–2109, 2012.
- RIBEIRO JÚNIOR, C.S.; MESSANA, J.D.; GRANJA-SALCEDO, Y.T.; CANESIN, R.C.; FIORENTINI, G.; VITO, E. S.; FURLAN, L.R.; REIS, R.A.; BERCHIELLI, T.T. Parameters of Fermentation and Rumen Microbiota of Nellore steers Fed With Different Proportions of Concentrate in Fresh Sugarcane Containing Diets. **Archives of Animal Nutrition**. v. 70, n. 5, p. 402-415, 2016.
- RIDESA- Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro. **Catálogo nacional de variedades “RB” de cana-de-açúcar**. Curitiba. p. 136, 2010.
- RÍSPOLI, T.B.; RODRIGUES, I.L.; MARTINS NETO, R.G.; KAZAMA, R.; PRADO, O.P.P.; ZEOULA, L.M.; ARCURI, P.B. Protozoários Ciliados do Rúmen de Bovinos e Bubalinos Alimentados Com Dietas Suplementadas Com Monensina ou Própolis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.44, n.1, p.92-97. 2009.
- ROMÃO, C.O.; CARVALHO, G.G.P.; LEITE, V.M.; SANTOS, A.S.; CHAGAS, D.M.T.; RIBEIRO, O.L.; OLIVEIRA, P.A.; MAGALHÃES, A.F.; PIRES, A.J.V. Chemical Composition and Dry Matter Digestibility of Sugar Cane Oxide Treated With Calcium. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.66, n.2, p.529-538, 2014.
- SALOMÃO, B. M.; VALADARES FILHO, S.C.; VILLELA, S.D.J.; SANTOS, S.A.; COSTA E SILVA, L.F.; ROTTA, P.P. Desempenho produtivo de bovinos alimentados com cana-de-açúcar com diferentes níveis de concentrado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 4, p. 1077–86, 2015.
- SAMPAIO, A. A. M.; VIEIRA, P. F.; BRITO, R. M. Produção De Amônia Na Fermentação In Vitro De Rações Com Levedura, Uréia Ou Farelo De Algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 29, n. 2, p. 598-602, 2000.
- SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K.S.; BEAUCHEMIN, K.A.; GIBB, D.J.; CREWS, D.H.; HICKMAN, D.D.; STREETER, M.; MCALLISTER, T.A. Effect Of Bunk Management On Feeding Behavior, Ruminant Acidosis And Performance Of Feedlot Cattle: A Review. **Journal Animal Science**. v. 81, p. 149–158, 2003.
- SIQUEIRA, G.R.; ROTH, M.T.P.; MORETTI, M.H.; BENATTI, J. M.B.; RESENDE, F.D. Uso Da Cana-de-Açúcar Na Alimentação de Ruminantes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v. 13, n. 4, p. 991–1008. 2012.

- SOARES, M.S.; PIRES, A.J.V.; SILVA, L.G.; GUIMARÃES, J.O.; MACHADO, T.C.; FRAZÃO, O.S. UTILIZAÇÃO DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇUCAR NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES. **Revista Eletrônica Nutritime**. v. 12, p. 3837–3855. 2015.
- SOUZA, N.H.; FRANZOLIN, R.; RODRIGUES, P.H.M.; SCOTON, R.A. Efeitos de Níveis Crescentes De Fibra Em Detergente Neutro Na Dieta Sobre a Fermentação Ruminal em Bubalinos e Bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 29, n. 5, p. 1553-1564, 2000.
- STORM, E.; ORSKOV, E.R. The Nutritive-Value of Rumen Microorganisms in Ruminants .1. Large-Scale Isolation and Chemical-Composition of Rumen Microorganisms. **British Journal Nutrition**. v.50, n.2, p.463-470, 1983.
- TEWATIA, B. S.; BHATIA, S. K. Comparative ruminal biochemical and digestion related physiological characteristics in buffaloes and cattle fed a fibrous diet. **Buffalo Journal**, v. 14, p. 161- 170, 1998.
- VAN SOEST, P. J. 1994. **Nutritional ecology of the ruminant**. Cornell University Press, Ithaca, NY, USA.

4. OBJETIVOS

4.1. Geral

Avaliar o efeito de níveis de concentrado em dietas com de cana-de- açúcar na alimentação de bubalinos.

4.2. Específicos

- a) Consumo dos nutrientes;
- b) Digestibilidade dos nutrientes;
- c) pH e a concentração de nitrogênio amoniacal ruminal;
- d) Comportamento ingestivo;
- e) Síntese de proteína microbiana ruminal;
- f) Eficiência de utilização dos compostos nitrogenados dietéticos.

CAPÍTULO II

NÍVEIS DE CONCENTRADO EM DIETAS COM CANA-DE-AÇÚCAR PARA BUBALINOS (*Bubalus bubalis*)

L. P. C. ALVES^{1*}, R. A. S. PESSOA^{1,2}, K. P. PEREIRA³, C. T. F. COSTA⁴

¹Programa de Pós-graduação em Ciência Animal e Pastagens, Unidade Acadêmica de Garanhuns (UAG), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Garanhuns, Pernambuco, Brasil. E-mail: lucyanacosta_@hotmail.com

²Departamento de Zootecnia (DZ), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, Pernambuco, Brasil. E-mail: ricardo.pessoa@dz.ufrpe.br

³Centro de Ciências Agrárias (CECA), Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió, Alagoas, Brasil. E-mail: kedes.pereira@ceca.ufal.br

⁴Departamento de Agricultura, Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSERTÃO), Floresta, Pernambuco, Brasil. E-mail: cleber.costa@ifsertao-pe@edu.br

*A quem toda correspondência deve ser dirigida E-mail: lucyanacosta_@hotmail.com

RESUMO

Foram avaliados o consumo e a digestibilidade dos nutrientes de dietas constituídas de cana-de-açúcar *in natura* (variedade RB92579) e níveis crescentes de concentrado, bem como o comportamento ingestivo, os parâmetros ruminais, a eficiência de utilização do nitrogênio e a síntese de proteína microbiana em quatro bubalinos da raça Murrah, com idade média de 15 meses e peso corporal (PC) médio de 300 ± 50 kg, distribuídos em delineamento experimental em quadrado latino 4X4. O experimento foi constituído de quatro períodos experimentais, com duração de dezessete dias cada um, sendo treze dias destinados à adaptação dos animais às dietas e os outros quatro para a obtenção dos dados e amostras. As dietas experimentais foram constituídas de: 20% de concentrado (CON) e 80% de cana-de-açúcar *in natura* (CA); 40% de CON e 60% de CA; 60% de CON e 40% de CA e 80% de CON e 20% de CA. O consumo de matéria seca (MS) teve efeito linear crescente ($P < 0.05$). Os demais consumos também tiveram efeito linear ($P < 0.05$) com a elevação dos níveis de concentrado na dieta, para matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT) e carboidrato fibrosos (CNF). A digestibilidade da MS, MO, PB, EE, dos carboidratos e da fibra em detergente neutro (FDN) tiveram comportamento quadrático ($P < 0.05$). As variáveis comportamentais, alimentação e ócio, aumentaram linearmente ($P < 0.05$) e o mesmo aconteceu com a eficiência alimentar e de ruminação em função do consumo de matéria seca e do consumo de FDN ($P < 0.05$). O pH ruminal apresentou comportamento linear crescente ($P < 0.05$) em função dos tratamentos e o nitrogênio amoniacal ruminal apresentou efeito quadrático ($P < 0.05$) em função do tempo de coleta, com pico as 3h e 30 minutos após a alimentação. O nitrogênio total, o balanço de nitrogênio (BN) e a relação entre o BN e nitrogênio ingerido tiveram efeito linear crescente ($P < 0.05$) quanto aos níveis de concentrado. Níveis de concentrado associados a cana-de-açúcar em dietas para bubalinos permitem a manutenção dos parâmetros ruminais dentro da normalidade e proporcionam aumento no consumo de matéria seca e de nutrientes, na eficiência de alimentação e de utilização dos compostos nitrogenados e na síntese de proteína microbiana ruminal.

Palavras-chave: búfalos, consumo, digestibilidade, proteína microbiana

INTRODUÇÃO

O búfalo (*Bubalus bubalis*) é uma espécie de grande potencial para produção de carne e leite. A cadeia produtiva da bubalinocultura apresenta alguns desafios para alcançar índices zootécnicos satisfatórios, pois os custos com alimentação ainda é considerado o principal empecilho para maximização da produção animal, principalmente quanto a sazonalidade na oferta de alimento volumoso.

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma fonte alternativa de volumoso devido sua alta produtividade de biomassa, maturidade que coincide no período de escassez de alimento e alto teor de sacarose (Lascano et al., 2012), além de possuir baixo custo de produção (Maeda et al., 2012). Entretanto a cana-de-açúcar possui limitações nutricionais devido ao baixo teor de proteínas e minerais (Queiroz et al., 2012), além da baixa digestibilidade da fração fibrosa.

Dietas à base da cana-de-açúcar devem ser suplementadas com concentrados, visto que esses apresentam efeitos benéficos sobre o consumo voluntário e a digestibilidade total dos alimentos (Salomao et al., 2015). Os concentrados podem estimular o crescimento microbiano aumentando a disponibilidade de carboidratos fermentáveis e favorecendo a manutenção da microbiota ruminal, pois a energia utilizada nos processos biológicos tem origem dos produtos da fermentação do rúmen (Ribeiro Júnior et al., 2016).

As dietas ricas em concentrado acarretam mudanças no processo de digestão e no metabolismo dos nutrientes, em decorrência das interações dos alimentos, denominadas efeitos associativos (Maeda et al., 2007). O incremento nos teores de concentrado nas dietas resulta em aumentos na digestibilidade total dos nutrientes, com exceção da digestibilidade da FDN, que diminui ou não é influenciada pelo teor de concentrado (Ítavo et al., 2002).

A manipulação da relação entre alimentos volumosos e concentrados na dieta deve ser realizada de forma criteriosa, pois índices elevados de concentrado nas dietas podem ocasionar distúrbios digestivos. Por outro lado, maiores níveis de concentrado podem alterar os processos fermentativos e elevar ao máximo a eficiência de síntese microbiana, bem como a eficiência de utilização dos nutrientes dietéticos (Arrigoni et al., 2015). Inexistem na literatura informações sobre a associação de cana-de-açúcar a diferentes níveis de concentrado na alimentação de bubalinos.

Objetivou-se com este estudo foi avaliar o consumo e a digestibilidade dos

nutrientes, os parâmetros ruminiais, o comportamento ingestivo, a eficiência de utilização dos compostos nitrogenados dietéticos e a síntese de proteína microbiana ruminal em bubalinos alimentados com dietas constituídas de cana-de-açúcar *in natura* com diferentes níveis de concentrado.

MATERIAIS E MÉTODOS

Manejo animal, delineamento experimental e dietas

O experimento foi conduzido no Setor de Bubalinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) em Recife e as análises químicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) da Unidade Acadêmica de Garanhuns – Pernambuco (UFRPE/UAG). O estudo foi realizado segundo os critérios do Comitê de Ética para Uso Animal (CEUA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco, registrado sob nº de protocolo: 075/2015.

Foram utilizados quatro bubalinos machos, não castrados, com peso corporal (PC) médio inicial de 300 ± 50 kg e idade média de 15 meses, canulados no rúmen, distribuídos em delineamento experimental em quadrado latino 4x4. Os animais foram mantidos em baias individuais cobertas, com piso de concreto, dispostas com comedouro e com acesso irrestrito a água. Antes do início do experimento, os animais foram identificados e vermifugados para controle de endo e ectoparasitas.

O experimento foi constituído de quatro períodos experimentais, com duração de dezessete dias cada um, sendo treze dias para adaptação dos animais as dietas e quatro dias para a realização das coletas, tendo início em novembro de 2016 e conclusão em fevereiro de 2017.

As dietas experimentais foram balanceadas de modo que fossem isoproteicas, utilizando a cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) variedade RB92579, *in natura* (sem ponta, somente o colmo) e fubá de milho, farelo de trigo e farelo de soja (Tabela 1), constituídas de níveis crescente de concentrado (20, 40, 60 e 80%) (Tabela 2), sendo formuladas considerando os valores médios de composição dos alimentos disponíveis em Valadares Filho et al., 2002, visando atender as exigências nutricionais dos animais.

O fornecimento da alimentação foi realizado duas vezes ao dia, às 06h (40%) e 18h (60%). A dieta fornecida foi ajustada diariamente para manter sobras em torno de 5 a 10% na matéria seca fornecida, sendo estas retiradas uma vez ao dia antes do

fornecimento noturno. As sobras das dietas foram recolhidas e pesadas e as amostras foram coletadas e posteriormente congeladas (-20°C).

Coleta de dados

Para a determinação dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes, realizou-se a coleta total de fezes durante três dias consecutivos (14° ao 16° dia de cada período experimental). Após 24h foi coletado cerca de 10% da massa total e em seguida as fezes foram armazenadas (-20°) para posteriores análises laboratoriais.

No 14° ao 16° dia de cada período experimental, foi realizada coleta total de urina (24h), por meio de funis coletores acoplados nos animais, ao qual direcionaram a urina para reservatórios de polietileno mantidos em caixas de isopor com gelo, contendo 500ml de ácido sulfúrico a 10%. Ao final de cada período de coleta foi aferido o pH da urina e foram determinados o peso e o volume total de urina, sendo retiradas alíquotas de 100ml, as quais foram congeladas (-20°C) para posteriores análises de alantoína, ácido úrico e nitrogênio pelo método de micro-Kjeldahl.

A avaliação do comportamento ingestivo ocorreu durante três dias consecutivos (14° ao 16°) de cada período experimental e as variáveis comportamentais observadas e registradas foram: ócio, alimentação e ruminação. Utilizou-se o método de varredura instantânea, proposta por Martin e Bateson (1986), com intervalos de cinco minutos (Johnson e Combs, 1991). A partir do comportamento ingestivo, foram calculadas as variáveis de eficiência de acordo com as seguintes equações adaptadas de Bürger et al. (2000), onde: Eficiência de alimentação (EAL) = consumo de matéria seca (CMS)/tempo de alimentação (TA); Eficiência de ruminação em função do consumo de matéria seca (ERUMS) = consumo de matéria seca (CMS)/tempo de ruminação (TR); e Eficiência de ruminação em função do consumo de FDN (ERUFDN) = consumo de FDN (CFDN) /tempo de ruminação (TR).

Amostra do líquido ruminal foi coletado no 17° dia de cada período experimental para avaliação do pH e concentração de nitrogênio amoniacal, nos horários de 18h, 20h, 22h e 00h. As amostras foram coletadas manualmente na interface líquido:sólido do ambiente ruminal, filtradas por uma camada tripla de gaze e submetidas à avaliação do pH por intermédio de potenciômetro digital portátil (Kasvi Series-K39-0014PA) .

Quatro horas após a alimentação, no 17° dia de cada período experimental, foram coletadas amostras sanguíneas dos animais diretamente da veia jugular utilizando tubos de ensaio contendo gel coagulante (EDTA K2, BD Vacutainer). As amostras foram

imediatamente centrifugadas (2700 x G por 20 minutos), e o soro foi acondicionado em tubos de *ependorf* e congelado a -20°C para posteriores análises de ureia.

Análises químicas

As amostras de alimentos, sobras e fezes foram descongeladas, secas em estufa com ventilação forçada a 55°C por 72 horas, moídas em moinho de facas com peneira de 1 mm, sendo então confeccionadas amostras compostas por animal e período experimental.

As amostras foram avaliadas quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) segundo AOAC (Association of Official Analytical Chemists, 2000), método número 934.01 para MS, 930.05 para MO e 954.01 para PB pelo método micro-Kjeldahl. O extrato etéreo (EE) foi analisado por extração Soxhlet com hexano, de acordo com AOAC (2000) método número 920.39. Para análise de fibra em detergente neutro utilizou-se alfa amilase termoestável e corrigiu-se para cinzas e proteína (FDNcp), segundo Detman et al. (2012).

Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos segundo Hall (2003): $CNF = MO - [PB - PBu + Ur] + EE + FDNcp$, onde MO = Matéria orgânica; PB= Proteína bruta; EE= Extrato etéreo; FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; PBu = Proteína bruta oriunda da ureia; Ur = Ureia.

A concentração de nitrogênio amoniacal ruminal (N-NH₃) foi quantificada pelo método da destilação de micro-Kjeldahl, utilizando hidróxido de potássio (2M) e titulação com ácido clorídrico (0,005M) (método INCT-CA N-007/1). As concentrações obtidas nos diferentes tempos de amostragem foram combinadas por animal e período, produzindo-se, ao final, valor único, representativo da média diária de concentração de nitrogênio amoniacal e de pH ruminal.

As análises de derivados de purinas (DP) foram realizadas como indicador microbiano para a quantificação dos microrganismos ruminais, segundo técnica descrita por Ushida et al. (1985). Nas amostras de urina foram quantificados os níveis de alantoína, ácido úrico e ureia pelo método colorimétrico. No equipamento espectrofotômetro, marca Biospectro, modelo: SP 22, utilizando-se kits de determinação da Labtest. Os níveis de alantoína foram estimados conforme Fujihara et al., (1987), descrita por Chen e Gomes, (1992).

Análise Estatística

O delineamento experimental adotado foi quadrado latino 4x4, com quatro tratamentos, quatro animais e quatro períodos experimentais. Os dados foram submetidos ao procedimento PROC MIXED do programa Statistical Analysis System (SAS, versão 9.1), utilizando-se análise de regressão e adotando-se 5% como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I, sendo as comparações entre as médias dos tratamentos realizadas através de contrastes ortogonais. Utilizando-se o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + A_j + P_k + \varepsilon_{ijk}$$

Em que, Y_{ijk} = variável dependente medida nos animais j submetidos ao tratamento i no período k ; μ = média geral, T_i = efeito fixo do tratamento i , A_j = efeito aleatório do animal j , P_k = efeito aleatório do período k , e ε_{ijk} = erro aleatório não observável assumindo distribuição normal.

Os dados relativos ao pH e nitrogênio amoniacal foram analisados por intermédio do procedimento PROC MIXED do SAS (versão 9.1). Os efeitos fixos considerados foram o nível de concentrado, o tempo de coleta e a interação entre os mesmos.

RESULTADOS

Os consumos de matéria seca ($P=0.0025$), matéria orgânica ($P=0.0029$), proteína bruta ($P=0.0015$), extrato etéreo ($P=0.0011$), carboidratos totais ($P=0.0034$) e carboidratos não fibrosos ($P=0.0004$) e nutrientes digestíveis totais ($P=0.0020$) apresentaram um comportamento linear crescente com o aumento nos níveis de concentrado da ração (Tabela 3).

A digestibilidade aparente da matéria seca ($P=0.0003$), matéria orgânica ($P=0.0011$), extrato etéreo ($P=0.0001$), proteína bruta ($P=0.0089$), carboidratos totais ($P=0.0025$) e fibra em detergente neutro ($P=0.0001$) tiveram efeito quadrático, as do influenciados pelos níveis de concentrado (Tabela 4). A digestibilidade aparente máxima para matéria seca, matéria orgânica, extrato etéreo, proteína bruta, carboidratos totais e fibra em detergente neutro foram observadas com inclusão de 48.96; 48.82; 35.12; 39.57; 39.11 e 52.30% de concentrado na dieta, respectivamente.

Para o comportamento ingestivo, as atividades de alimentação ($P=0.0011$) e ruminação ($P=0.0324$) diminuíram com o incremento de concentrado na dieta. Diferentemente, o tempo em ócio ($P=0.0041$), eficiências de alimentação ($P=0.0014$),

eficiência de ruminação em função do consumo de matéria seca ($P=0.0004$) e a eficiência de ruminação em função do consumo de fibra em detergente neutro ($P=0.0134$) aumentaram com a inclusão dos concentrados nas dietas (Tabela 5).

Não houve interação entre tratamento e tempo ($P=0.6462$), bem como de tempo de mensuração para o pH ruminal ($P=0.1152$). Para o efeito de tratamento, os valores de pH no líquido ruminal apresentaram comportamento linear crescente ($P=0.0018$) em função do aumento no nível de concentrado da dieta (Tabela 6).

Não houve efeito da interação entre tratamento e tempo ($P=0.6139$), bem como de tratamento sobre a concentração de amônia ruminal ($P=0.1257$). Para o efeito de tempo de mensuração, os valores de nitrogênio amoniacal ruminal apresentaram comportamento quadrático ($P<0.0001$), com valor máximo obtido em até 3h 30min depois da alimentação (Tabela 6).

O consumo de nitrogênio total ($P=0.0016$), balanço de nitrogênio ($P=0.0004$) e a relação entre o balanço de nitrogênio e o consumo de nitrogênio ($P=0.0007$) foram significativamente influenciados pela inclusão do concentrado nas dietas (Tabela 6), ao contrário das excreções de nitrogênio na urina e nas fezes. As excreções de ureia na urina e no plasma sanguíneo não foram influenciadas pelos níveis de concentrado (Tabela 7).

As excreções diárias de alantoína ($P=0.0429$), ácido úrico ($P=0.0001$), purinas totais ($P=0.0014$), os compostos nitrogenados microbianos ($P=0.0014$), as purinas microbianas absorvidas ($P=0.0014$) e a proteína microbiana sintetizada no rúmen ($P=0.0014$), apresentaram comportamento linear crescente com o aumento dos níveis de concentrado nas dietas (Tabela 8), enquanto que a relação entre alantoína urinária em porcentagem nas purinas totais ($P=0.0002$) apresentou comportamento linear decrescente.

DISCUSSÃO

A ingestão de matéria seca em ruminantes é regulada pelo efeito de enchimento ruminal, além dos fatores químicos que estão relacionados com informações geradas por receptores do sistema nervoso central (Carter e Grovum, 1990). Observou-se que o consumo de matéria seca dos búfalos obteve comportamento linear crescente com o aumento dos níveis de concentrado nas dietas.

O incremento de energia digestível na dieta com a inclusão de concentrado, tende

a aumentar o consumo à medida que a taxa e a extensão da digestão aumentam, liberando capacidade no rúmen mais rapidamente (Salomão et al., 2015).

O aumento nos consumos de matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo carboidratos totais e carboidratos não fibrosos podem ser explicados devido ao aumento do consumo de matéria seca (Tabela 3). Salomao et al. (2015), trabalhando com bovinos alimentados com cana-de-açúcar como volumoso e níveis de concentrado (0, 20, 40, 60 e 80%), observaram comportamento quadrático ($P < 0.05$) para o consumo de matéria orgânica, proteína bruta e carboidratos não fibrosos cujos valores máximos foram estimados com 63.21%, 63.78% e 63.93%, respectivamente, seguindo o mesmo comportamento observado para o consumo de matéria seca.

Dietas com níveis crescentes de concentrado influenciam diretamente nas limitações causadas pela distensão do rúmen-retículo ou outros compartimentos do trato gastrointestinal, fazendo com que ocorra uma redução do enchimento ruminal e o aumento na ingestão da matéria seca (Allen, 2000). Dias et al. (2000) avaliando níveis na dieta de bovinos com níveis de concentrado (25.0; 37.5; 50.0; 62.5; e 75.0%) , observaram aumentos lineares de consumo para proteína bruta, extrato etéreo e carboidratos não estruturais, podendo ser atribuídos ao aumento no consumo de matéria seca e à maior concentração destes nutrientes nas rações com maiores níveis de concentrado. No presente estudo as dietas apresentaram níveis semelhantes de proteína bruta, no entanto os maiores consumos de matéria seca observados com o incremento do concentrado nas dietas resultaram em maiores consumos de proteína bruta.

A digestibilidade aparente da matéria seca e matéria orgânica foram influenciadas pelos níveis de concentrado nas dietas, com níveis de inclusão máximos de 48.96% e 48.82%, e médias máximas de digestibilidade, respectivamente, de 0.6823 e 0.6985. Em estudo realizado por Ribeiro Júnior et al. (2016), avaliando níveis de concentrado (30, 40, 60 e 80 %) em dietas a base de cana-de-açúcar *in natura* para bovinos em crescimento foi observado que a digestibilidade de matéria seca resultou em um aumento linear ($P < 0.01$) e a digestibilidade da matéria orgânica apresentou comportamento quadrático ($P < 0.01$). O incremento dos níveis de concentrado nas dietas resultou em aumentos nos consumos de matéria seca e matéria orgânica e podem em algum momento ter contribuído para a redução no tempo de exposição da dieta a degradação pelos microrganismos ruminais, com consequente aumento na taxa de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal.

As digestibilidades aparente do extrato etéreo, dos carboidratos, da proteína bruta

e da fibra em detergente neutro seguiram o mesmo comportamento observado para a digestibilidade da matéria seca e da matéria orgânica. Para a digestibilidade aparente do extrato etéreo observou-se comportamento quadrático ($P=0.0001$), estimando-se digestibilidade máxima com 35.12% de concentrado na dieta.

A digestibilidade dos carboidratos foi maximizada com o nível de 52.30% de concentrado nas dietas. É importante destacar que a maior proporção de carboidratos não estruturais nas dietas com mais concentrado contribui para este efeito (Dias et al., 2000). Para digestibilidade da fibra em detergente neutro observou-se ponto máximo com 39,11% de concentrado com média de 0.7109. Maiores níveis de substituição de cana-de-açúcar por concentrado proporcionam o incremento de fibra digestível na dieta.

O comportamento ingestivo visa uma relação entre animal e ambiente, uma vez que o desempenho e bem estar do animal está diretamente ligado ao potencial do alimento a ser ingerido. A ruminação se processa logo após os períodos de alimentação, quando o animal está sossegado, assim a distribuição da ruminação é influenciada pela alimentação, e o maior tempo que o animal passa ruminando está diretamente relacionado com a qualidade e quantidade de alimento consumido (Polli et al., 1996).

O incremento dos níveis de concentrado e, conseqüentemente, o aumento da densidade energética da dieta permite que os animais passem menos tempo se alimentando. Da mesma forma, a redução no nível de cana-de-açúcar resultou em menor tempo de ruminação. Esses dois fatores associados proporcionaram maior tempo em ócio para os animais com o aumento dos níveis de concentrado nas dietas.

Santos et al., (2014) avaliando comportamento ingestivo de bubalinos, observaram tempos destinados a ruminação de 457,5; 463,75; 510,0 e 485,63 minutos, quando alimentados com resíduo úmido de cervejaria, corroborando com a faixa de tempo mencionado por Barreto et al. (2011) de que os animais gastam de 300 a 540 minutos do dia ruminando.

Missio et al., (2010) avaliando comportamento ingestivo de bovinos em crescimento utilizando níveis de concentrado (22, 40, 59 ou 79%) e silagem de milho como volumoso, observaram que a eficiência de alimentação e a eficiência de ruminação em função do consumo de matéria seca aumentaram, enquanto que a eficiência de ruminação em função do consumo de fibra em detergente neutro diminuiu linearmente ($P<0.05$) com o aumento do nível de concentrado na dieta, comportamento semelhante ao observado no presente estudo.

O aumento nos níveis de concentrado da dieta reduziu o tempo destinado a

alimentação e ruminação, conseqüentemente, menos salivacão e motilidade do rúmen (Souza et al., 2017), o que resultou em decréscimo do pH ruminal (Tabela 6). Maeda et al. (2007) avaliando o efeito de níveis de concentrado na dieta (23; 43 e 63%) observaram que os bubalinos apresentaram pH ruminal médio de 6.7.

A produção de nitrogênio amoniacal no rúmen de búfalos pode variar conforme a quantidade e qualidade da proteína que o animal ingere, além da disponibilidade energética da dieta (Maeda et al., 2007). Valores abaixo de 5.0mg/100 ml no líquido ruminal não são recomendados para que ocorra a fermentação (Prado et al., 2010). As concentrações de nitrogênio amoniacal ruminal observadas nesse estudo, independente do horário de avaliação, foram suficientes para fomentar o crescimento microbiano. Observou-se maior concentração de nitrogênio amoniacal ruminal em 3h e 30min após a alimentação, com concentrações máximas de 26.48mg/100mL. O tempo é superior ao relatado por Alves et al., (2009), que observaram pico de concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen de búfalos duas horas após o fornecimento das dietas e semelhante ao encontrado por Maeda et al., (2007), com concentração máxima de nitrogênio amoniacal ruminal 3h e 42min após a alimentação dos bubalinos.

Naturalmente, o aumento do concentrado da dieta leva ao acúmulo de carboidratos rapidamente fermentáveis, forçando um declínio no pH ruminal (Souza et al., 2017), a redução na atividade das bactérias fibrolíticas, dificultando a digestibilidade da fibra (Russell e Rychlik, 2001), ao mesmo tempo em que estimula a atividade de bactérias amilolíticas (Nagaraja e Titgemeyer, 2007). Entretanto, no presente estudo não foi observado efeito significativo dos tratamentos sobre a concentração de nitrogênio amoniacal ruminal nos animais.

O balanço de nitrogênio é um importante parâmetro indicativo do metabolismo proteico na avaliação de alimentos, permitindo observar a eficiência de utilização do nitrogênio ou as perdas pelos ruminantes através da excreção para o ambiente (Gentil et al., 2007). No presente estudo, o balanço de nitrogênio apresentou comportamento linear crescente, o que mostra o efeito positivo sob os níveis de concentrado nas dietas. Em todas as dietas experimentais não houve balanço de nitrogênio negativo (Tabela 7), demonstrando um adequado balanceamento de proteína e energia (Cardoso et al., 2000).

Segundo Paul & Lal (2010), o maior balanço de nitrogênio em búfalos pode ser decorrente da capacidade em manter maiores níveis de nitrogênio não proteico em seu sangue e reciclá-lo de volta ao rúmen.

O aumento da síntese de proteína microbiana ruminal pode estar relacionado com

o teor energético das dietas. Normalmente, a energia para a síntese de proteína microbiana é oriunda principalmente dos carboidratos dietéticos (Yang e Beauchemin, 2006). Como houve aumento no consumo de carboidratos não fibrosos com o incremento do concentrado nas dietas, e o pH ruminal foi mantido dentro do limite, os microrganismos fermentadores deste substrato devem ter crescido rapidamente, resultando em aumento da produção microbiana (Agle et al., 2010). O oposto aconteceria nos casos de acúmulo de ácido láctico, onde ocorre redução do pH ruminal e consequentemente alteração na ecologia microbiana. O principal efeito nesses casos é a diminuição no consumo de matéria seca (Sniffen e Robinson, 1987) o que não ocorreu nesse estudo. Rennó et al. (2000), trabalhando com níveis de concentrado (25.0, 37.5, 50.0, 62.5, 75.0%) em dietas para bovinos, observaram excreções crescentes de alantoína e purinas totais

CONCLUSÃO

Recomenda-se a utilização de aproximadamente 50% de concentrado com base na digestibilidade da matéria seca, em dietas com cana-de-açúcar como volumoso, ao qual permitem a manutenção dos parâmetros ruminais dentro da normalidade e proporcionam aumento no consumo de matéria seca e de nutrientes, na eficiência de alimentação e de utilização dos compostos nitrogenados e na síntese de proteína microbiana ruminal de bubalinos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agle, M., Hristov, A.N., Zaman, S., Schneider, C.; Ndegwa, P.M.; Vaddella, V. K. 2010. Effect of dietary concentrate on rumen fermentation, digestibility, and nitrogen losses in dairy cows. *J. of Dairy Sci.* 93, 4211–4222. doi: 10.3168/jds.2009-2977
- Allen, M.S., 2000. Effects of Diet on Short-Term Regulation of Feed Intake by Lactating Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 83, 1598–1624. doi:10.3168/jds.S0022-0302(00)75030-2
- Alves, T.C., Franzolin, R., Rodrigues, P.H.M., Alves, A.C., 2009. Efeitos de dietas com níveis crescentes de milho no metabolismo ruminal de energia e proteína em bubalinos. *Rev. Bras. Zootec.* 38, 2001–2006. doi:10.1590/S1516-35982009001000021
- Arrigoni, M.B., Martins, C.L., Sarti, L.M.N., Barducci, R.S., Franzói, M.C. da S., Júnior, L.C.V., Perdigão, A., Ribeiro, F.A., Factori, M.A., 2015. Níveis Elevados de Concentrado na Dieta de Bovinos em Confinamento. *Veterinária e Zootec.* 1, 1689–1699. doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- Association of official analytical chemists (AOAC), 2000. *Official Methods of Analysis*. 17th edn. AOAC. Gaithersburg. MD. USA.
- Barreto, L.M.G., Medeiros, A.N.; Bastita, A.M.V. 2011. Comportamento ingestivo de caprinos das raças Moxotó e Canindé em confinamento recebendo dois níveis de energia na dieta. *Rev. Brasil. Zootec.* 40, 834-842.
- Bürger, P.J., Pereira, J.C., Queiroz, A.C., 2000. Comportamento Ingestivo de bezerros holandeses alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. *Rev. Bras. Zootec.* 29, 236-242. doi:10.1590/S1516-35982000000100031
- Cardoso, R.C., Valadares Filho, S.D.C., Silva, J.F.C. Da, Paulino, M.F., Valadares, R.F.D., Cecon, P.R., Costa, M.A.L., Oliveira, R.V. De, 2000. Síntese microbiana, pH e concentração de amônia ruminal e balanço de compostos nitrogenados, em novilhos F1 Limousin x Nelore. *Rev. Bras. Zootec.* 29, 1844–1852. doi:10.1590/S1516-35982000000600033
- Carter, R.R., Grovum, W.L., 1990. A review of the physiological significance of hypertonic body fluids on feed intake and ruminal function: salivation, motility and microbes. *J. Anim. Sci.* 68, 2811–2832. doi:/1990.6892811x
- Chen, X.B., Gomes, M.J., 1992. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle basid on urinary excretion of purine derivatives-an overview of the technical details. *Ocas. Publ. Buchsburnd, Aberdeen Ed. Rowett Res. Inst.* p.21.
- Detman, E., Souza, M.A., Valadares Filho, S.C., Queiroz, A.C., Berchielli, T.T., Saliba, E.O.S., Cabral, L.S., Pina, D.S., Ladeira, M.M., Azevedo, J.A.G., 2012. *Métodos para Análise de Alimentos - INCT - Ciência Animal*. 1. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema. 214.
- Dias, H.L.C., Filho, S. de C.V., Silva, J.F.C. da, Paulino, M.F., Cecon, P.R., Leão, M.I., Oliveira, R.V. de, RESUMO, 2000. Consumo e Digestões Totais e Parciais em Novilhos F1 Limousin x Nelore Alimentados com Dietas contendo Cinco Níveis de Concentrado. *Rev. bras. zootec* 29, 545–554.
- Forbes, J.M., 2003. The multifactorial nature of food intake control. *J. Anim. Sci.* 81, E139–E144. doi:10.2527/2003.8114_SUPPL_2E139X
- Fujihara, T., Orskov, E.R., Reeds, P.J., Kyle, D.J., 1987. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. *J. Agric. Sci.* 109, 7–12. doi:10.1017/S0021859600080916
- Gentil, R.S., Pires, A.V., Susin, I., Nussio, L.G., Quirino, C., Barreto, G., 2007. Açúcar

- Tratada Com Aditivo Químico Ou Microbiano Para Cordeiros 63–69.
- González, L.A., Manteca, X., Calsamiglia, S., Schwartkopf-Genswein, K.S., Ferret, A., 2012. Ruminant acidosis in feedlot cattle: Interplay between feed ingredients, rumen function and feeding behavior (a review). *Anim. Feed Sci. Technol.* 172, 66–79. doi:10.1016/j.anifeedsci.2011.12.009
- Hall, M.B. 2003. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. *J. Anim. Sci.*, 81,3226-3232.
- Ítavo, L.C.V.; Valadares Filho, S.C.; Silva, F.F., Valadares, R.F.D., Leão, M.I., Cecon, P.R., Ítavo, C.C.B.F., Moraes, E.H.B.K., Paulino, P.V.R. 2002. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de nutrientes em novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. *Rev. Bras. Zoot.* 31,1543-1552.
- Johnson, T.R., Combs, D.K., 1991. Effects of prepartum diet. inert rumen bulk. and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 74, 933-944.
- Lascano, G.J., Velez, M., Tricarico, J.M., Heinrichs, A.J., 2012. Short communication: Nutrient utilization of fresh sugarcane-based diets with slow-release nonprotein nitrogen addition for control-fed dairy heifers¹. *J. Dairy Sci.* 95, 370–376. doi:10.3168/jds.2011-4275
- Lazzarini, I., Detmann, E., Sampaio, C.B., Paulino, M.F., Valadares Filho, S. de C., Souza, M.A. de, Oliveira, F.A., 2009. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. *Rev. Bras. Zootec.* 38, 2021–2030. doi:10.1590/S1516-35982009001000024
- Maeda, E.M., Zeoula, L.M., Geron, L.J.V., De Best, J., Do Prado, I.N., Martins, E.N., Kazama, R., 2007. Digestibilidade e características ruminais de dietas com diferentes níveis de concentrado para bubalinos e bovinos. *Rev. Bras. Zootec.* 36, 716–726. doi:10.1590/S1516-35982007000300027
- Maeda, E.M., Zeoula, L.M., Jobim, C.C., Cecato, U., Rigolon, L.P., Kazama, R., Jacobi, G., Carvalho, A.F.G., 2012. Intake, digestibility, rumen characteristics and microbial protein synthesis efficiency in bovine and bubaline fed sugar cane silage with additives. *Rev. Bras. Zootec.* 41, 707–716. doi:10.1590/S1516-35982012000300034
- Martin, P., Bateson, P., 1986. *Measuring behavior and introductory guide*. 3.ed. New York: Cambridge University Press. 254.
- Missio, R.L., Brondani, I.L., Celestino, D., Filho, A., Floriano, M., Freitas, S., Restle, J., 2010. Revista Brasileira de Zootecnia Comportamento ingestivo de tourinhos terminados em confinamento , alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta 1 Ingestive behavior of feedlot finished young bulls fed different concentrate levels in the diet 1571–1578.
- Nagaraja, T.G., Titgemeyer, E.C., 2007. Ruminant Acidosis in Beef Cattle: The Current Microbiological and Nutritional Outlook. *J. Dairy Sci.* 90, E17–E38. doi:10.3168/jds.2006-478
- Paul, S.S.; Lal, D. *Nutrient Requirements of Buffaloes*. Satish Serial Publishing House, 81p. 2010.
- Polli, V.A., Restle, J., Senna, D.B., ALMEIDA, S.R.S., 1996. Aspectos relativos a ruminação de bovinos e bubalinos em regime de confinamento. *Rev. Bras. Zootec.* 25, 987-993.
- Prado, O.P.P., Zeoula, L.M., de Moura, L.P.P., Franco, S.L., do Prado, I.N., Jacobi, G., 2010. Efeito da adição de própolis e monensina sódica na digestibilidade e características ruminais em bubalinos alimentados com dieta à base de forragem. *Rev. Bras. Zootec.* 39, 2055–2065. doi:10.1590/S1516-35982010000900026

- Queiroz, M.F.S., Berchielli, T.T., Signoretti, R.D., Ribeiro, A.F., Morais, J.A. da S., 2012. Metabolism and ruminal parameters of holstein × gir heifers fed sugarcane and increasing levels of crude protein. *Rev. Bras. Zootec.* 41, 2101–2109. doi:10.1590/S1516-35982012000900019
- Rennó, L.N., Valadares, R.F.D., Leão, M.I., Valadares Filho, S.D.C., Silva, J.F.C. Da, Cecon, P.R., Dias, H.L.C., Costa, M.A.L., Oliveira, R.V. De, 2000. Estimativa da produção de proteína microbiana pelos derivados de purinas na urina em novilhos. *Rev. Bras. Zootec.* 29, 1223–1234. doi:10.1590/S1516-35982000000400037
- Ribeiro Júnior, C.S., Messana, J.D., Granja-Salcedo, Y.T., Canesin, R.C., Fiorentini, G., San Vito, E., Furlan, L.R., Reis, R.A., Berchielli, T.T., 2016. Parameters of fermentation and rumen microbiota of Nellore steers fed with different proportions of concentrate in fresh sugarcane containing diets. *Arch. Anim. Nutr.* 70, 402–415. doi:10.1080/1745039X.2016.1206737
- Russell, J.B., Rychlik, J.L., 2001. Factors That Alter Rumen Microbial Ecology. *Science (80-)*. 292, 1119–1122. doi:10.1126/science.1058830
- Salomao, B.M., Valadares Filho, S.C., Villela, S.D.J., Santos, S.A., Costa e Silva, L.F., Rotta, P.P., 2015. Desempenho produtivo de bovinos alimentados com cana-de-açúcar com diferentes níveis de concentrado. *Arq. Bras. Med. Vet. e Zootec.* 67, 1077–1086. doi:10.1590/1678-4162-7388
- Santos, N.B.L., Jaeger, S.M.P.L., Bagaldo, A.R., Rocha, N.B., Araújo, F.L., Santos, A.T.S. 2014. Consumo, Digestibilidade dos Nutrientes, Desempenho e Comportamento Ingestivo de Bezerros Bubalinos Desmamados Alimentados com Resíduo Úmido de Cervejaria. *Rev. Cient. Prod. Anim.* 16, 104-117. doi: 10.15528/2176-4158/rcpa.v16n2p104-117
- Sniffen, C.J., Robinson, P.H. 1987. Microbial growth and flow as influenced by dietary manipulations. *J. of Dairy Sci.* 70, 425-441.
- Souza, J.M., Sousa, D.O., Mesquita, B.S., Mesquita, L.G., Silva, L.F.P., 2017. Effect of sugarcane fiber digestibility, conservation method and concentrate level on the ruminal ecosystem of beef cattle. *AMB Express* 7, 55. doi:10.1186/s13568-017-0356-7
- Ushida, K., Lassalas, B., Jouany, J.P., 1985. Determination of assay parameters for RNA analysis in bacterial and duodenal samples by spectrophotometry. Influence of treatment and preservation. *Reprod. Nutr. Dev.* 25, 1037-1046.
- Valadares Filho, S. C., Rocha Júnior, V. R., Cappelle, E. R., 2002. Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 297.
- Van Soest, P. J., 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University Press. Ithaca. NY. USA.
- Verbic, J., Chen, X.B., Macleod, N.A., Orskov, E.R., 1990. Excretion of purine derivatives by ruminants Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. *J. Agric. Sci.* 114, 243–248. doi:10.1079/BJN19900098
- Yang, W. Z., Beauchemin, K. A. 2009. Increasing physically effective fiber content of dairy cow diets through forage proportion versus forage chop length: Chewing and ruminal pH. *J. of Dairy Sci.* 92, 1603-1615.

Tabela 1 – Composição bromatológica do volumoso e dos ingredientes do concentrado.

Ingredientes	Composição química (g kg ⁻¹ na MS)							
	MS ^{1*}	MO ²	PB ³	EE ⁴	FDNcp ⁵	LIG ⁶	FDA ⁷	CNF ⁸
Fubá de milho	79.42	87.86	8.67	3.83	12.38	2.17	2.53	62.97
Farelo de soja	85.76	86.16	44.42	1.17	12.78	1.94	10.93	27.78
Farelo de trigo	79.69	84.24	15.07	3.01	32.99	8.03	11.69	33.15
Mistura mineral	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ureia	100	100	281.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cana-de-açúcar	11.43	33.30	0.71	1.14	16.17	5.01	10.95	15.27

^{1*} Matéria Seca (g/kg na matéria natural). ² Matéria Orgânica. ³ Proteína Bruta. ⁴ Extrato etéreo. ⁵ Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína bruta. ⁶ Lignina. ⁷ Fibra em detergente ácido ⁸ Carboidratos não fibrosos.

Tabela 2 - Proporção dos ingredientes das dietas experimentais

Ingredientes ¹	Níveis de Concentrado (%)			
	20	40	60	80
Fubá de milho	9.25	19.00	28.75	38.50
Farelo de soja	0.50	1.00	1.50	2.00
Farelo de trigo	9.25	19.00	28.75	38.50
Mistura mineral²	1.00	1.00	1.00	1.00
Ureia + Sulfato de amônio³	3.20	2.40	1.60	0.80
Cana-de-açúcar	76.80	57.60	38.40	19.20
	Composição química			
Matéria Seca	47.13	57.69	68.26	78.82
Matéria Orgânica	97.16	96.73	96.30	95.86
Proteína Bruta	13.31	13.49	13.68	13.86
Extrato Etéreo	3.31	3.42	3.52	3.63
FDNcp⁴	41.51	37.36	33.20	29.04
Carboidrato Não Fibroso	44.82	46.81	48.79	50.78
Lignina	12.46	10.74	9.02	7.29

¹% na matéria seca; ²Composição da mistura mineral por quilograma do produto: Ca=107g (mín) e 132g (máx); P=88g (mín); S=12g (mín); Na=126g (mín); Co=55.5mg (mín); Cu=1530mg (mín); Fe=1800mg (mín); I=75mg (mín); Mn=1300mg (mín); Se=15mg (mín); Zn=3630mg (mín); F=880mg (máx); ³Proporção de 9:1; ⁴FDNcp= fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína.

Tabela 3- Consumo de nutrientes (kg/dia) de bubalinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar e níveis de concentrado.

Variáveis	Tratamentos				EPM ¹	P-valor		Equação
	20	40	60	80		L	Q	
Matéria Seca	5.37	6.01	7.24	7.81	0.42	0.0025	0.9401	$\hat{Y} = 4.4725 + 0.04275 \times X$
Matéria Orgânica	5.22	5.81	6.96	7.49	0.40	0.0029	0.9380	$\hat{Y} = 4.38 + 0.0399 \times X$
Proteína Bruta	0.72	0.82	1.00	1.08	0.06	0.0015	0.8516	$\hat{Y} = 0.595 + 0.00628 \times X$
Extrato Etéreo	0.19	0.21	0.26	0.29	0.02	0.0011	0.8604	$\hat{Y} = 0.1525 + 0.00178 \times X$
FDNcp²	2.19	2.21	2.34	2.25	0.11	0.5752	0.6694	
CHOT³	4.30	4.78	5.69	6.12	0.32	0.0034	0.9373	$\hat{Y} = 3.63 + 0.03192 \times X$
CNF⁴	2.10	2.56	3.35	3.87	0.24	0.0004	0.8750	$\hat{Y} = 1.45375 + 0.03039 \times X$
NDT⁵	3.63	4.20	5.10	5.07	0.27	0.0020	0.2287	$Y = 3.1975 + 0.02605 \times X$

¹EPM= erro padrão da média; ²FDNcp= fibra insolúvel em detergente neutro corrigido pra cinzas e proteína; ³CHOT= carboidratos totais; ⁴CNF=carboidrato não fibroso; ⁵NDT= nutrientes digestíveis totais.

Tabela 4- Coeficiente de digestibilidade dos nutrientes de bubalinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar e níveis de concentrado.

Variáveis (%)	Tratamentos				EPM ¹	P-valor		Equação
	20	40	60	80		L	Q	
Matéria Seca	0.64	0.67	0.68	0.63	0.01	0.4116	0.0003	$\hat{Y} = 0.57 + 0.00459 \times X - 0.00004687 \times X^2$
Matéria Orgânica	0.66	0.69	0.69	0.65	0.01	0.4732	0.0011	$\hat{Y} = 0.58312 + 0.00473 \times X - 0.00004844 \times X^2$
Extrato Etéreo	0.78	0.75	0.75	0.53	0.03	<0.0001	0.0001	$\hat{Y} = 0.64125 + 0.00878 \times X - 0.000125 \times X^2$
Proteína Bruta	0.69	0.69	0.70	0.63	0.01	0.0044	0.0089	$\hat{Y} = 0.6375 + 0.00371 \times X - 0.00004687 \times X^2$
FDN²	0.43	0.46	0.42	0.36	0.01	<0.0001	<0.0001	$\hat{Y} = 0.37125 + 0.0044 \times X - 0.00005625 \times X^2$
CHO³	0.65	0.68	0.69	0.66	0.01	0.2394	0.0025	$\hat{Y} = 0.57187 + 0.00474 \times X - 0.00004531 \times X^2$
CNF⁴	0.87	0.87	0.88	0.83	0.01	0.0590	0.0621	

¹EPM= erro padrão da média; ²FDN= fibra insolúvel em detergente neutro; ³CHO= carboidratos ; ⁴CNF= carboidrato não fibroso.

Tabela 5- Comportamento ingestivo e Eficiências de bubalinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar e níveis de concentrado.

Variáveis ² (min/dia)	Tratamentos				EPM ¹	P-valor		Equação
	20	40	60	80		L	Q	
Alimentação	292.92	264.17	239.58	220.83	7,81	0.0011	0.6086	$\hat{Y} = 314.585 - 1.20419 \times X$
Ruminação	465.00	387.08	455.42	362.25	12,6	0.0324	0.3965	$\hat{Y} = 495.41625 - 1.73957 \times X$
Ócio	682.09	788.75	745.00	892.92	22,2	0.0041	0.5067	$\hat{Y} = 630.00125 + 2.94376 \times X$
EficAlim³	1.12	1.35	1.88	2.20	0.14	0.0014	0.7682	$\hat{Y} = 0.7 + 0.01879 \times X$
EficRumMS⁴	0.70	0.93	0.94	1.47	0.08	0.0004	0.0843	$\hat{Y} = 0.4375 + 0.0115 \times X$
EficRumFDN⁵	0.29	0.34	0.30	0.42	0.02	0.0134	0.1825	$\hat{Y} = 0.2475 + 0.00186 \times X$

¹EPM= erro padrão da média; ²minutos/dia; ³EficAlim= eficiência alimentar em função do consumo de matéria seca; ⁴EficRumMS= eficiência de ruminação em função do consumo de matéria seca; ⁵EficRumFDN=eficiência de ruminação em função do consumo da fibra em detergente neutro.

Tabela 6- Estimativa do pH ruminal em função do nível de concentrado (20,40,60 e 80%), e do nitrogênio amoniacal ruminal em função do tempo de mensuração (0, 2, 4 e 6 horas) em dietas para bubalinos .

Variáveis	Tratamentos				EPM ¹	P-valor		Equação
	20	40	60	80		L	Q	
pH	6.60	6.14	6.48	5.93	0.08	0.0019	0.5044	Y= 6.70625-0.00831*X
	Tempo após alimentação							
	0	2	4	6				
N-NH3*	18.11	27.16	18.19	18.22	1.12	0.0868	<0.0001	Y=13.45969+7.87203*X-1.18945*X ²

*N-NH3-nitrogênio amoniacal ruminal

Tabela 7- Eficiência de utilização dos compostos nitrogenados de bubalinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar e níveis de concentrado.

Variáveis (g/dia) ²	Tratamentos				EPM ¹	P-valor		Equação
	20	40	60	80		L	Q	
Ntotal	116	132	161	173	6.53	0.0016	0.8420	$\hat{Y}=95.34625+ 1.00065 \times X$
Nfecal	39.04	43.9	56.2	46.5	1.81	0.2872	0.3109	$\hat{Y}=46.41$
Nurin	41.25	31.8	31.5	38.9	1.24	0.6967	0.0790	$\hat{Y}= 35.86$
BN	35.7	56.1	72.9	87.7	5.59	0.0004	0.6335	$\hat{Y} = 19.89000+ 0.86406 \times X$
Rel	30.09	41	43.3	51.4	0.12	0.0007	0.5582	$\hat{Y} = 24.91250+ 0.33050 \times X$
UP	26.84	27.79	28.10	29.96	0.33	0.5099	0.8877	$Y=28.17$
UU	389.38	439.59	506.94	528.50	15.91	0.2779	0.8799	$Y=466.10$

¹EPM= erro padrão da média; ²N total= nitrogênio total ingerido; Nfecal= nitrogênio fecal; Nurin= nitrogênio urinário; BN= balanço de nitrogênio; Rel= relação balanço de nitrogênio e nitrogênio total ingerido; UP= ureia no plasma; UU= ureia na urina.

Tabela 8- Excreção de derivados de purinas de bubalinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar e níveis de concentrado.

Variáveis	Tratamentos				EPM ¹	P-valor		Equação
	20	40	60	80		L	Q	
Alantoína (mmol/dia)	100.06	104.94	118.16	112.27	3.13	0.0429	0.2623	Y= 96.39375+0.24924*X
Ácido úrico (mmol/dia)	16.07	25.42	30.07	34.27	1.97	<0.0001	0.0520	Y=11.64375+0.29625*X
PT (mmol/dia) ²	116.12	130.36	148.23	146.53	4.65	0.0014	0.1174	Y=108.03500+0.54554*X
ALA:DP ³	86.23	80.58	79.64	76.63	1.00	0.0002	0.1458	Y=88.20125-0.1486*X
Pabs (g/dia) ⁴	79.49	93.73	111.60	109.90	4.50	0.0014	0.1176	Y=71.405+0.54551*X
Nmicr (g/dia) ⁵	57.79	68.15	81.14	79.91	3.28	0.0014	0.1176	Y= 51.915+0.39662*X
PBmicr (g/dia) ⁶	361.22	425.92	507.10	499.41	20.47	0.0014	0.1175	Y=324.46875+2.47886*X

¹EPM= erro padrão da média; ²PT= purinas totais; ³ALA:DP= porcentagem de alantoína urinária nos derivados de purinas; ⁴Pabs= purinas microbianas absorvidas; ⁵Nmicr= compostos nitrogenados microbianos; ⁶PBmicr= proteína microbiana sintetizada no rúmen

ANEXO

Normas da Revista Animal Feed Science And Technology

INTRODUCTION

Types of article

1. Original Research Papers (Regular Papers)
2. Review Articles
3. Short Communications
4. Book Reviews

Original Research Papers should report the results of original research. The material should not have been previously published elsewhere, except in a preliminary form.

Review Articles should cover subjects falling within the scope of the journal which are of active current interest.

A *Short Communication* is a concise but complete description of a limited investigation, which will not be included in a later paper. Short Communications should be as completely documented, both by reference to the literature and description of the experimental procedures employed, as a regular paper. They should not occupy more than six printed pages (about 12 manuscript pages, including figures, tables and references).

Book Reviews will be included in the journal on a range of relevant books which are not more than two years old. Book reviews will be solicited by the Book Review Editor. Unsolicited reviews will not usually be accepted, but suggestions for appropriate books for review may be sent to the Book Review Editor:

Professor G. Flachowsky
Federal Research Centre of Agriculture
Institute of Animal Nutrition
Bundesallee 50
D-38116 Braunschweig
Germany

Manuscripts describing the use of commercial feed products are welcome, but should include the following information: major components, contents of active ingredients (for example enzyme activities). Independent verification, as opposed to a manufacturers guarantee, is always desirable and often avoids difficulties in the review process, especially where there are no, or few, treatment impacts. The Editors reserve the right to reject any manuscript employing such products, wherein this information is not disclosed.

Submissions concerning feedstuff composition are welcome when published and/or accepted analytical procedures have been employed. However, unusual feedstuffs and/or a wide range of data are pre-requisites.

Submissions concerning NIRS may be suitable when more accurate, precise or robust equations are presented. Mathematical, technical and statistical advancement, may

constitute the foundation for acceptance. For more details see the editorial in Vol. 118/3-4.

Contact details for submission

For queries concerning the submission process or journal procedures please visit the Elsevier Support Center. Authors can determine the status of their manuscript within the review procedure using Elsevier Editorial System.

Submission checklist

You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the journal for review. Please check the relevant section in this Guide for Authors for more details.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded:

Manuscript:

- Include keywords
- All figures (include relevant captions)
- All tables (including titles, description, footnotes)
- Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
- Indicate clearly if color should be used for any figures in print

Graphical Abstracts / Highlights files (where applicable)

Supplemental files (where applicable)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'
- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)
- A competing interests statement is provided, even if the authors have no competing interests to declare
- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements

For further information, visit our Support Center.

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in publishing

Please see our information pages on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication.

Human and animal rights

If the work involves the use of human subjects, the author should ensure that the work described has been carried out in accordance with The Code of Ethics of the World Medical Association (Declaration of Helsinki) for experiments involving humans; Uniform Requirements for manuscripts submitted to Biomedical journals. Authors should include a statement in the manuscript that informed consent was obtained for experimentation with human subjects. The privacy rights of human subjects must always be observed.

All animal experiments should comply with the ARRIVE guidelines and should be carried out in accordance with the U.K. Animals (Scientific Procedures) Act, 1986 and

associated guidelines, EU Directive 2010/63/EU for animal experiments, or the National Institutes of Health guide for the care and use of Laboratory animals (NIH Publications No. 8023, revised 1978) and the authors should clearly indicate in the manuscript that such guidelines have been followed.

Declaration of interest

All authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential conflicts of interest include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding. Authors must disclose any interests in two places: 1. A summary declaration of interest statement in the title page file (if double-blind) or the manuscript file (if single-blind). If there are no interests to declare then please state this: 'Declarations of interest: none'. This summary statement will be ultimately published if the article is accepted. 2. Detailed disclosures as part of a separate Declaration of Interest form, which forms part of the journal's official records. It is important for potential interests to be declared in both places and that the information matches. More information.

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see 'Multiple, redundant or concurrent publication' section of our ethics policy for more information), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service Crossref Similarity Check.

Changes to authorship

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors **before** submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only **before** the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the **corresponding author**: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed.

Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors **after** the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see more information on this). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases.

For open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete an 'Exclusive License Agreement' (more information). Permitted third party reuse of open access articles is determined by the author's choice of user license.

Author rights

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. More information.

Elsevier supports responsible sharing

Find out how you can share your research published in Elsevier journals.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established a number of agreements with funding bodies which allow authors to comply with their funder's open access policies. Some funding bodies will reimburse the author for the Open Access Publication Fee. Details of existing agreements are available online. After acceptance, open access papers will be published under a noncommercial license. For authors requiring a commercial CC BY license, you can apply after your manuscript is accepted for publication.

Open access

This journal offers authors a choice in publishing their research:

Subscription

- Articles are made available to subscribers as well as developing countries and patient groups through our universal access programs.
- No open access publication fee payable by authors.

Open access

- Articles are freely available to both subscribers and the wider public with permitted reuse.
- An open access publication fee is payable by authors or on their behalf, e.g. by their research funder or institution.

Regardless of how you choose to publish your article, the journal will apply the same peer review criteria and acceptance standards.

For open access articles, permitted third party (re)use is defined by the following Creative Commons user licenses:

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs (CC BY-NC-ND) For non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, and to include in a collective work (such as an anthology), as long as they credit the author(s) and provided they do not alter or modify the article.

The open access publication fee for this journal is **USD 2600**, excluding taxes. Learn more about Elsevier's pricing policy: <https://www.elsevier.com/openaccesspricing>.

Green open access

Authors can share their research in a variety of different ways and Elsevier has a number of green open access options available. We recommend authors see our green open access page for further information. Authors can also self-archive their manuscripts immediately and enable public access from their institution's repository after an embargo period. This is the version that has been accepted for publication and which typically includes author-incorporated changes suggested during submission, peer review and in editor-author communications. Embargo period: For subscription articles, an appropriate amount of time is needed for journals to deliver value to subscribing customers before an article becomes freely available to the public. This is the embargo period and it begins from the date the article is formally published online in its final and fully citable form. Find out more.

This journal has an embargo period of 12 months.

Elsevier Researcher Academy

Researcher Academy is a free e-learning platform designed to support early and mid-career researchers throughout their research journey. The "Learn" environment at Researcher Academy offers several interactive modules, webinars, downloadable guides and resources to guide you through the process of writing for research and going through peer review. Feel free to use these free resources to improve your submission and navigate the publication process with ease.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the English

Language Editing service available from Elsevier's WebShop.

Submission

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

Poorly written and/or presented manuscripts (relative to the journal's guidelines) may be returned to

authors for upgrading by the editorial office, prior to a review for scientific merit.

Before preparing their manuscript, it is suggested that authors examine the editorial by the Editors-in-

Chief in Vol. 134/3-4, which outlines several practices and strategies of manuscript preparation

that the Editors-in-Chief have found to be successful. This editorial also outlines practices that can

lead to difficulties with reviewers and/or rejection of the manuscript for publication.

There is also an example of an Animal Feed Science and Technology manuscript available on the journal website at <http://www.elsevier.com/locate/anifeedsci>.

Submit your article

Please submit your article via <https://www.evis.com/profile/api/navigate/ANIFEE>.

Referees

Please submit the names and institutional e-mail addresses of several potential referees.

For more details, visit our Support site. Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

PREPARATION

Peer review

This journal operates a single blind review process. All contributions will be initially assessed by the editor for suitability for the journal. Papers deemed suitable are then typically sent to a minimum of two independent expert reviewers to assess the scientific quality of the paper. The Editor is responsible for the final decision regarding acceptance or rejection of articles. The Editor's decision is final. More information on types of peer review.

Use past tense for current findings, and the present tense for "truths" and hypotheses.

Article Structure

Manuscripts should have **numbered lines**, with wide margins and **double spacing** throughout, i.e. also for abstracts, footnotes and references. **Every page of the manuscript, including the title**

page, references, tables, etc., should be numbered continuously. However, in the text no reference should be made to page numbers; if necessary, one may refer to sections. Avoid excessive usage of italics to emphasize part of the text.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized, and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described. If reference is made to AOAC, ISO or similar analytical procedure(s), the specific procedure identification number(s) must be cited. A number of references for neutral and acid detergent fibre (NDF, ADF) assays exist, and an alternative reference to the now out-of-print USDA Agriculture

Handbook 379 must be used. There are many options for NDF and ADF assays (e.g. sodium sulfite, alpha amylase, residual ash), which must be specified in the text. For more details see the editorial in Vol. 118/3-4.

The following definitions should be used, as appropriate:

- a. aNDFom-NDF assayed with a heat stable amylase and expressed exclusive of residual ash.
- b. NDFom-NDF not assayed with a heat stable amylase and expressed exclusive of residual ash.
- c. aNDF-NDF assayed with a heat stable amylase and expressed inclusive of residual ash.
- d. NDF-NDF assayed without a heat stable amylase and expressed inclusive of residual ash.
- e. ADFom-ADF expressed exclusive of residual ash.
- f. ADF-ADF expressed inclusive of residual ash.
- g. Lignin (sa)-Lignin determined by solubilization of cellulose with sulphuric acid.
- h. Lignin (pm)-Lignin determined by oxidation of lignin with permanganate.

While expressions of NDF and ADF inclusive of residual ash will continue to be acceptable (i.e., the terms aNDF, NDF and ADF above), the Editors-in-Chief highly recommend reporting all fibre values, including digestibilities, on an OM basis. Silica is partially soluble in ND, is quantitatively recovered in AD, and so may contribute to the 'fibre' values and to subsequent digestibility coefficients.

Reporting 'hemicellulose' values as the difference between NDF and ADF is generally only acceptable if the analyses have been sequential on the same sample. Crude fibre (CF), nitrogen-free extract (NFE) and total digestible nutrients (TDN) are not acceptable terms for describing feeds and should only be referred to in a historical context.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. Avoid extensive citations and discussion of published literature. Combined 'Results and Discussion' sections are only acceptable for 'Short Communications', except under compelling circumstances.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lowercase superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes

answering any future queries about Methodology and Materials. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**

• ***Present/permanent address.*** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract

The abstract should be clear, descriptive and not longer than 400 words. It should contain the following specific information: purpose of study; experimental treatments used; results obtained, preferably with quantitative data; significance of findings; conclusions; implications of results if appropriate.

Graphical abstract

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. You can view Example Graphical Abstracts on our information site. Authors can make use of Elsevier's Illustration Services to ensure the best presentation of their images and in accordance with all technical requirements.

Highlights

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). You can view example Highlights on our information site.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Nomenclature and units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other quantities are mentioned, give their equivalent in SI. You are urged to consult IUB: Biochemical Nomenclature and Related Documents for further information.

Authors and Editors are, by general agreement, obliged to accept the rules governing biological nomenclature, as laid down in the *International Code of Botanical Nomenclature*, the *International Code of Nomenclature of Bacteria*, and the *International Code of Zoological Nomenclature*. All biotica (crops, plants, insects, birds, mammals, etc.) should be identified by their scientific names when the English term is first used, with the exception of common domestic animals. All biocides and other

organic compounds must be identified by their Geneva names when first used in the text. Active ingredients of all formulations should be likewise identified.

SI or SI-derived units should be used throughout (e.g. MJ and not Kcal for energy concentrations). Concentrations should be expressed on a 'per kg' basis (w/w); however, w/v, v/v, mol/mol or M may be accepted depending on the circumstances. In addition, 'units' and 'equivalents' are acceptable. Normality should be avoided, as it may be ambiguous for certain acids. If analytical standards have been used, they should be specified by name (e.g. yeast RNA) and form (e.g. lactose monohydrate). Percents should only be used when describing a relative increase or decrease in a response. Proportions should be maximum 1.0 or ≤ 1.0 . For more details see the editorial in Vol. 118/3-4.

Percent is *only* used to indicate relative changes. For composition, both w/w (often solids composition g/kg) and w/v (e.g. g/L), v/v (e.g. m/L), mol/mol or M can be accepted depending on the circumstances. Specify units (e.g. g/L) and never as percent. Digestibility/metabolisability and degradability should always be expressed as a coefficient (not %), and the content of, for example, the digestible component should be expressed as g/kg: thus, the coefficient of digestibility of dry matter is 0.8, while the content of digestible dry matter is 800g/ kg. A distinction between true and apparent digestibility should be made, as well as between faecal

and ileal (e.g. coefficient of total tract apparent digestibility - CTTAD). The terms 'availability' and 'bioavailability' should be avoided without definition in context.

In chemical formulae, valence of ions should be given as, e.g. Ca²⁺, not as Ca⁺⁺. Isotope numbers should precede the symbols e.g. ¹⁸O. The repeated use of chemical formulae in the text is to be avoided where reasonably possible; instead, the name of the compound should be given in full. Exceptions may be made in the case of a very long name occurring very frequently or in the case of a compound being described as the end product of a gravimetric determination (e.g. phosphate as P₂O₅).

Math formulae

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

If differences between treatments are statistically significant, this should be indicated by adding the actual 'P' value obtained. If $0.10 > P > 0.05$, then differences can be considered to suggest a trend, or tendency, to a difference, but the actual 'P' value should be stated. Further information on this issue can be found in *Animal Feed Science and Technology* Vol. 129/1-2.

Spaces should be used between all values and units, except for the following: Between the value and degrees or percent. In equations around * and /. In probability expressions ($P < 0.05$). When probability values are given, the 'P' should be a capital letter.

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.

A detailed guide on electronic artwork is available.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a

low number of pixels and limited set of colors;

- Supply files that are too low in resolution;

- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

All data in figures should have a measure of variation either on the plot (e.g., error bars), in the figure legend itself, or by reference to a table with measures of variation in the figure legend.

Explanations should be given in the figure legend(s). Drawn text in the figures should be kept to a minimum.

If a scale is given, use bar scales (instead of numerical scales) that must be changed with reduction.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations

are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or online only. Further information on the preparation of electronic artwork.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

References

All publications cited in the text should be presented in a list of references following the text of the manuscript. The manuscript should be carefully checked to ensure that the spelling of authors' names and dates are exactly the same in the text as in the reference list. The accuracy of the references is the responsibility of the author(s).

References published in other than the English language should be avoided, but are acceptable if they include an English language 'Abstract' and the number of non-English language references cited are reasonable (in the view of the handling Editor) relative to the total number of references cited.

In the text refer to the author's name (without initial) and year of publication, followed - if necessary - by a short reference to appropriate pages. Examples: "Since Peterson

(1988) has shown that...". "This is in agreement with results obtained later (Kramer, 1989, pp. 12-16)".

If reference is made in the text to a publication written by more than two authors, the name of the first author should be used followed by "et al.". This indication, however, should never be used in the list of references. In this list names of first author and co-authors should be mentioned.

References cited together in the text should be arranged chronologically. The list of references should be arranged alphabetically on authors' names, and chronologically per author. If an author's name in the list is also mentioned with co-authors the following order should be used: publications of the single author, arranged according to publication dates - publications of the same author with one coauthor - publications of the author with more than one co-author. Publications by the same author(s) in the same year should be listed as 2001a, 2001b, etc.

Reference links

Increased discoverability of research and high quality peer review are ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing services, such as Scopus, CrossRef and PubMed, please ensure that data provided in the references are correct. Please note that incorrect surnames, journal/book titles, publication year and pagination may prevent link creation. When copying references, please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is encouraged.

A DOI can be used to cite and link to electronic articles where an article is in-press and full citation details are not yet known, but the article is available online. A DOI is guaranteed never to change, so you can use it as a permanent link to any electronic article. An example of a citation using DOI for an article not yet in an issue is: VanDecar J.C., Russo R.M., James D.E., Ambeh W.B., Franke M. (2003). Aseismic continuation of the Lesser Antilles slab beneath northeastern Venezuela. *Journal of Geophysical Research*, <https://doi.org/10.1029/2001JB000884>. Please note the format of such citations should be in the same style as all other references in the paper.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support Citation Style Language styles, such as Mendeley and Zotero, as well as

EndNote. Using the word processor plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style.

If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide.

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link: <http://open.mendeley.com/use-citation-style/animal-feed-science-and-technology>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plugins for Microsoft Word or LibreOffice.

Reference formatting

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct. If you do wish to format the references yourself they should be arranged according to the following examples:

Reference style

Text: All citations in the text should refer to:

1. *Single author:* the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. *Two authors:* both authors' names and the year of publication;
3. *Three or more authors:* first author's name followed by 'et al.' and the year of publication.

Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references should be listed first alphabetically, then chronologically.

Examples: 'as demonstrated (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999). Kramer et al. (2010) have recently shown'

List: References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2010. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, fourth ed. Longman, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S.,

Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp. 281–304.

Reference to a website:

Cancer Research UK, 1975. Cancer statistics reports for the UK. <http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/> (accessed 13 March 2003).

Reference to a dataset:

[dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T., 2015. Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions. Mendeley Data, v1. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

References concerning unpublished data and "personal communications" should not be cited in the reference list but may be mentioned in the text.

Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to the List of Title Word Abbreviations.