UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

Campus de Jaboticabal - Departamento De Zootecnia

USO DE DDGS NA SUPLEMENTAÇÃO PROTÉICO ENERGÉTICA EM BOVINOS EM PASTEJO NA ESTAÇÃO CHUVOSA

Rhaony Gonçalves Leite

Zootecnista

Jaboticabal - SP

2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

Campus de Jaboticabal - Departamento De Zootecnia

USO DE DDGS NA SUPLEMENTAÇÃO PROTÉICO ENERGÉTICA EM BOVINOS EM PASTEJO NA ESTAÇÃO CHUVOSA

Rhaony Gonçalves Leite

Orientador: **Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis**

Coorientador: **Prof. Dr. Rondineli Pavezzi Barbero**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária – UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia

Jaboticabal - SP
2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Leite, Rhaony Gonçalves

L533u Uso de DDGS na suplementação protéico energética em bovinos em pastejo na estação chuvosa / Rhaony Gonçalves Leite. – – Jaboticabal, 2018

xii, 50 f.; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2018

Orientador: Ricardo Andrade Reis
Banca examinadora: Ricardo Andrade Reis, Elias san Vito, Márcia Helena Machado da Rocha Fernandes
Bibliografia

1. Gado de corte. 2. Fonte proteica. 3. Gramínea tropical. 4. Metabolismo. 5. Suplementação. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.085:636.2

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: USO DE DDGS NA SUPLEMENTAÇÃO PROTÉICO ENERGÉTICA EM BOVINOS EM PASTEJO NA ESTAÇÃO CHUVOSA

AUTOR: RHAONY GONÇALVES LEITE
ORIENTADOR: RICARDO ANDRADE REIS
COORIENTADOR: RONDINELI PAVEZZI BARBERO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. RICARDO ANDRADE REIS
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof. Dr. ELIAS SAN VITO (Participação por Videoconferência)
Campus Sinop / Universidade Federal de Mato Grosso - UFTM

Pesquisadora Dra MARCIA HELENA MACHADO DA ROCHA FERNANDES
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 28 de fevereiro de 2018

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Rhaony Gonçalves Leite: nascido em Monte Alto, São Paulo, em sete de Dezembro de 1992, filho de Edson Sebastião Gonçalves Leite e Vera Lúcia Cardoso Leite, comerciantes. Zootecnista pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP Campus de Jaboticabal (2014). Foi bolsista do programa de educação tutorial (PET Zootecnia) durante a graduação. Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Zootecnia da mesma Instituição (2018), com bolsa de estudos CNPq, orientado pelo Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis.

Aos meus pais Edson Sebastião e Vera Lúcia pelo apoio incondicional ao longo de toda minha vida.

Às minhas irmãs Shelly e Thays, que apesar de eventuais desentendimentos sempre estiveram ao meu lado em momentos bons e ruins.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais Edson Sebastião Gonçalves Leite e Vera Lúcia Cardoso Leite por todo dedicação e apoio nesses anos todos. Sei que eles se privaram de muitas coisas para poder dar a mim e minhas irmãs tudo que podiam e tudo que a gente precisava, e muito mais importante do que isso, nos ensinaram a ter caráter e sermos honestos. Sei também que mesmo nos momentos que pareciam estarem sendo rígidos apenas queriam meu bem, mas hoje entendo os motivos e agradeço por tudo e sei que ainda vou agradecer muito mais.

Às minhas irmãs Shelly Gonçalves Leite por sua paciência e todas as situações que cuidou de mim desde quando era bem pequeno, e Thays Gonçalves Leite pelo companheirismo e pelos momentos engraçados.

Aos meus avós paternos Antoninho, Rosina e minha avó materna Wilma (*in memoriam*) por toda ajuda que deram e ainda dão a mim, meus pais e minhas irmãs.

À distância entre eu e minha família, porque por pior que ela seja me ensinou a dar muito mais valor a eles!

Ao meu orientador Professor Dr. Ricardo Andrade Reis por toda ajuda e confiança em mim depositada que me fez crescer profissionalmente e ao meu coorientador Rondineli Pavezzi Barbero pelo apoio e auxílio na escrita deste trabalho.

Aos meus companheiros de setor, Lutti, Lorpa, Alvair, Devasso, Macumbinha, Diego, Débora, Cvira, Tiago, Belo, Vivi, Gustavo, Rafael, Gaguin, Mirto, Fiona, Aline, Gabi, e tantos outros pela amizade, auxílio na condução dos experimentos e por fazerem os momentos de trabalho mais divertidos.

Em especial aos meus amigos Lutti e Lorpa, pois sem eles provavelmente não estaria onde estou hoje. E também aos meus outros amigos que sempre me apoiaram quando precisei e gostaria de levar a amizade para sempre, Alvair, Devasso, Macumbinha, Kpão, Raxinha, Diego, Débora.

Aos meus queridos amigos da república 51, que mesmo a pouco tempo adotei como minha casa e fui muito bem recebido. Devasso, Érreum, Nízio, Madimbu, Tite, Akuado, Fisgado, Minhoka e Pasku. Muito obrigado pela amizade e as bobagens de toda segunda-feira.

À todos meus outros parentes e amigos de Monte Alto pelos bons momentos que vida em minha cidade natal, que talvez não voltem mais.

À banca examinadora, Dr. Ricardo, Dr. Elias e Dra. Márcia que se disponibilizaram mesmo havendo problemas com datas e horários.

E a todas as outras pessoas que me ajudaram de alguma forma nesse período tão importante na minha vida**!**

OBRIGADO!

SUMÁRIO

Capítulo 1 13
1. INTRODUÇÃO 14
2. REVISÃO DE LITERATURA 15
2.1 Pasto 15
2.2 Suplementação 17
2.3 Uso da Proteína Suplementar 18
2.4 Subproduto: DDGS 19
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO CAPITULO 1 22
Capítulo 2 26
1. INTRODUÇÃO 27
2. MATERIAL E MÉTODOS 28
2.1 Área animais experimentais e método do pastejo 28
2.2 Tratamentos e período experimental 29
2.3 Massa e características morfológicas e químicas da forragem e suplementos 32
2.4 Consumo e digestibilidade 34
2.5 Parâmetros ruminais 35
2.6 Eficiência microbiana e Balanço de nitrogênio 36
2.7 Delineamento experimental e análises estatísticas 36
3. RESULTADOS 37
4. DISCUSSÃO 42
5. CONCLUSÃO 47
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO CAPÍTULO 2 47

CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

unesp UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal

CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

C E R T I F I C A D O

Certificamos que o Protocolo nº 12703/15 do trabalho de pesquisa intitulado **"Management strategies to reduce environmental impacts of beef cattle production systems"**, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotado pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), em reunião ordinária de 07 de agosto de 2015.

Jaboticabal, 07 de agosto de 2015.

Prof.ª Dr.ª Paola Castro Moraes
Coordenadora – CEUA

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias
Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n CEP 14884-900 - Jaboticabal - SP - Brasil
Tel. 16 3209 2600 - fax 16 3202 4275 www.fcav.unesp.br

USO DE DDGS NA SUPLEMENTAÇÃO PROTÉICO ENERGÉTICA EM BOVINOS EM PASTEJO NA ESTAÇÃO CHUVOSA

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar os DDGS (do inglês “distillers dried grains with solubles”) como fonte de proteína não degradável no rúmen (PNDR) em substituição ao farelo de algodão em suplementos para bovinos em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu na fase de recria durante o período das águas. Foram utilizados 8 piquetes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, manejados em lotação contínua, com taxa de lotação variável. Oito bovinos *Bos indicus* fistulados no rúmen foram utilizados para avaliar quatro estratégias de suplementação: Tratamento 1) mistura mineral (*ad libitum*) (MM); Tratamento 2) suplemento proteico e energético com milho como fonte energética e farelo de algodão como fonte proteica (FA); Tratamento 3) suplemento com substituição de 50% da fonte proteica do Tratamento 2 por DDGS (50DDG) e Tratamento 4) suplemento com substituição de 100% da fonte proteica do Tratamento 2 por DDGS (100DDG). Com exceção do MM (MM), os suplementos foram fornecidos na quantidade de 0,3% do peso corporal (PC). O delineamento estatístico adotado foi quadrado latino duplo, com oito animais, quatro tratamentos, e quatro períodos experimentais. Foi aplicado o teste de contrastes (MM vs (FA+50DDG+100DDG); efeito linear entre FA, 50DDG e 100DDG; efeito quadrático entre FA, 50DDG e 100DDG) ($P<0,10$). Houve diferença no consumo de matéria seca (MS) ($P= 0,0130$), de nutrientes ($P\leq0,099$) e do balanço de nitrogênio ($P=0,019$) entre MM e os demais tratamentos. Observou-se efeito linear decrescente ($P=0,081$) entre FA, 50DDG e 100DDG nos teores de nitrogênio amoniacal ruminal. Nos demais parâmetros avaliados não houve diferença significativa ($P\geq0,10$). A suplementação proteica energética aumentou o consumo total de MS e de nutrientes, porém sem alterar a digestibilidade. Os tratamentos avaliados não influenciaram os parâmetros ruminais, assim como a síntese de proteína microbiana, mas a suplementação proteico energética com 0,3% PC aumentou a eficiência de uso do nitrogênio.

Palavras-chave: gado de corte, fonte proteica, gramínea tropical, metabolismo, suplementação

USE OF DDGS IN ENERGY PROTEIN SUPPLEMENTATION IN CATTLE GRAZING AT WET SEASON

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the intake, apparent total diet digestibility, ruminal parameters, nitrogen balance and microbial protein synthesis of beef cattle supplemented with different protein sources (cottonseed meal or DDG “distillers dried grains with solubles") on pasture during the wet season. Eight paddock of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Palisade grass), were managed in a continuous grazing, with a variable stocking rate. Eight rumen cannulated steers were used for evaluations of the four supplementation strategies: Treatment 1) mineral mixed (ad libitum) (MM); Treatment 2) energetic/protein supplement with corn as energetic source and cottonseed meal as protein source (FA); Treatment 3) supplement with substitution of 50%of the protein source of treatment 2forDDGS (50DDG), and Treatment 4) supplement with replacement of 100% of the protein source of treatment 2 for DDGS (100DDG). Except for MM, supplements were provided in amount of 0.3% of body weight (BW). The statistical design adopted was a double Latin square, with eight cannulated animals, four treatments, and four experimental periods. The test of contrasts (MM vs. FA + 50DDG + 100DDG), linear effect among FA, 50DDG and 100DDG) and quadratic effect among FA, 50DDG and 100DDG) was performed (P <0, 10). There was a significant difference in dry matter (DM) and nutrient intake, and nitrogen balance among MM and other treatments. There was a linear decrease effect among FA, 50DDG and 100DDG in ruminal ammonia nitrogen levels. In the other parameters evaluated there was no significant difference. It is concluded that the evaluated treatments did not affected the ruminal parameters, as well as the synthesis of microbial protein, but the supplementation with 0.3% CP increased the efficiency of nitrogen utilization.

Keywords: beef cattle, metabolism, protein source, supplementation, tropical grass

Capítulo 1

CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

A bovinocultura de corte no Brasil tradicionalmente é fundamentada na utilização de forragem proveniente de pastagens como principal fonte de alimento. Todavia, nem sempre as exigências nutricionais para altos ganhos de peso são atendidas, mesmo em pastagens bem manejadas e na estação chuvosa do ano, quando a forragem geralmente apresenta melhor qualidade.

Neste contexto, a suplementação da dieta constitui uma estratégia importante no sistema de criação de bovinos de corte para suprir um possível déficit nutricional quando se almeja altos ganhos de peso, além de prover outros benefícios, tais como o aumento da taxa de lotação das pastagens e o balanceamento adequado de dietas com base em forragem (POPPI & McLENNAN, 2007).

A viabilidade de fornecimento de suplementos para bovinos de corte deve ser verificada antecipadamente, pois está relacionada ao aumento dos custos de produção, e deve ser realizada da forma mais eficiente possível, adequando o tipo e quantidade do suplemento a ser fornecido de acordo com as características qualitativas e quantitativas da forragem disponível.

Outro contexto considerável do uso de suplementos é o fornecimento de nutrientes adicionais na dieta de animais em pastejo, como diversas fontes de energia e de proteína. A inclusão desta última, dependendo dos ingredientes a serem utilizados, pode significar fornecimento de quantidades significativas de proteína *bypass* aos animais, o que indicaria fonte extra de proteína metabolizável.

Neste cenário, alguns subprodutos são interessantes por serem fontes de proteína *bypass*, pois possuem elevados teores de Proteína Não Degradável no Rúmen (PNDR). Os DDGS (do inglês “distillers dried grains with solubles”)são um bom exemplo deste tipo de subproduto. Ele é um resíduo da produção de etanol a partir do milho e já tem expressiva importância em países como os Estados Unidos. No Brasil ainda apresenta modesta produção, porém possui perspectiva de crescimento.

A hipótese do presente estudo é que o uso de suplementos com substituição do farelo de algodão por DDGS na alimentação de bovinos de corte pode alterar os parâmetros ruminais, reduzindo o pH por meio do aumento dos AGCCs, através do

maior aporte de nutrientes provenientes da suplementação,e diminuindo os teores de N-amoniacal, por fornecer menos proteína degradável no rúmen (PDR). Tais alterações poderiam aumentar o consumo, melhorar a digestibilidade total aparente e tornar o balanço de nitrogênio e a síntese de proteína microbiana mais eficientes.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a inclusão dos DDGS como fonte de proteína não degradável no rúmen (PNDR) em substituição ao farelo de algodão como fontes proteica do suplemento da dieta de bovinos mantidos em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu na fase de recria durante o período das águas, por meio da avaliação do consumo, digestibilidade total aparente, balanço de nitrogênio, eficiência de síntese de proteína microbiana, e parâmetros ruminais (pH, nitrogênio amoniacal e ácidos graxos de cadeia curta).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Pasto

Qualquer sistema de produção animal deve ter por base o fornecimento de alimentos a ponto de proverem as demandas dos mesmos (DA SILVA & PEDREIRA, 1996), suprindo, desta forma, as exigências nutricionais dos animais. Essas variações no valor nutritivo das plantas se relacionam negativamente com o consumo de matéria seca e digestibilidade. Porém, de acordo Poppi et al. (1987), o consumo de forragem também se relaciona com os fatores não nutricionais, como massa de forragem, oferta, altura e estrutura do dossel, em maior intensidade do que quando comparado aos fatores nutricionais. Esta situação normalmente não é observada na pecuária de corte nacional, pois ao longo do ano, ocorrem variações na composição química e produtividade das espécies forrageiras utilizadas, causadas por processos fisiológicos como espessamento da parede celular e lignificação (REIS et al., 2005: CASAGRANDE et al., 2011), e deficiência dos fatores ambientais necessários para o pleno desenvolvimento das plantas, como precipitação, fertilidade do solo, foto período, e temperatura adequada.

No período seco do ano, comumente se verifica queda no desempenho animal, assim como significativa redução na capacidade suporte das pastagens, causadas pela drástica redução da produtividade e alterações na composição química das forrageiras as quais resultam em diminuição no consumo e

digestibilidade (REIS et al., 2005). Por outro lado, no período das águas, pastos tropicais apresentam maior quantidade e qualidade da forragem, favorecendo o desempenho de animais em pastejo. De acordo com Da Silva (2004) pastos de capim Marandu manejados sob lotação contínua devem ser mantido sem alturas entre 20 a 40 cm, dependendo dos objetivos de desempenho animal almejados. Corroborando a informação, Casagrande et al. (2011) afirmam que a altura de 25 cm dos pastos deste mesmo capim é a mais indicada para sistemas de lotação contínua, pois proporciona alto valor nutritivo aliado à adequada oferta de forragem. Todavia, o manejo de pastos utilizando a altura tem como foco a massa de forragem presente no pasto, pois altura e massa de forragem possuem grande correlação e a primeira é consideravelmente mais fácil e rápida de ser obtida.

Pastos de capins tropicais avaliados no período das águas, quando bem manejados possuem elevada produtividade de massa de forragem e, consequentemente alta capacidade de suporte. A composição química é condizente também com melhores resultados, pois promove maior disponibilidade de proteína e energia para os animais em pastejo, porque os teores de proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro potencialmente degradável (FDNpd) são maiores quando comparados a pastos com manejo inadequado (REIS et al., 2009, BARBERO et al., 2015).

A adubação de pastagens constitui uma técnica de manejo para melhorar a produtividade e qualidade da forragem. Em especial a adubação nitrogenada promove a concentração de nitrogênio na planta, aumentando consequentemente o teor de PB, entretanto não são todas as frações da PB que são aumentadas significativamente. De acordo com Sniffen et al. (1992) a proteína, na nutrição de ruminantes, é dividida em 5 frações de acordo com sua degradabilidade ruminal. Fração A: nitrogênio não protéico (NNP), que é solúvel e altamente degradável no rúmen; Fração B1: parte da proteína verdadeira, também solúvel e de rápida degradação ruminal; Fração B2: parcela da proteína que não é solúvel, não faz parte da parede celular, e também não é NNP, de degradação ruminal média; Fração B3: porção da proteína aderida ao FDN, e disponível, mas com uma taxa de degradação muito lenta, associada à degradabilidade da parede celular; e Fração C: a proteína não disponível contida na fibra em detergente ácido (FDA), associada à lignina e altamente resistente à degradação microbiana e enzimática.

A adubação nitrogenada aumenta de forma significativa as frações mais rapidamente degradáveis da proteína, em especial a fração A. Tal fato causa certo desajuste no fornecimento de energia e proteína disponíveis no rúmen, pois a principal fonte de energia do pasto são carboidratos fibrosos que, mesmo quando de alta digestibilidade, possui degradação lenta. Segundo McCarthy et al.(1989),a velocidade de degradação ruminal, realizada pela ação microbiana sobre as diferentes frações dos alimentos, tem ação sobre o equilíbrio de fluxo de substratos disponíveis para os próprios microrganismos ruminais. Portanto, em animais em pastejo, principalmente em pastagens adubadas, é interessante fornecer uma fonte de carboidrato que tenha elevada velocidade de degradação ruminal, como carboidratos não fibrosos, pois esta fonte extra de energia, entre outras vantagens, pode melhorar o aproveitamento do nitrogênio disponível no rúmen originado das frações mais rapidamente degradáveis da proteína do pasto.

2.2 Suplementação

Por definição a suplementação é o ato de fornecer uma fonte de nutriente adicional à dieta dos animais, resultando em mudanças no consumo de forragem, desempenho animal, concentração de nutrientes e disponibilidade de energia dietética (PAULINO et al., 2006). Portanto, a suplementação constitui-se de uma importante ferramenta que visa atenuar o desequilíbrio de nutrientes de bovinos em pastejo.

Segundo trabalhos de pesquisa conduzidos em pastagens de gramíneas tropicais (REIS et al., 2009; OLIVEIRA, 2014; BARBERO et al., 2015) o uso da suplementação durante o período das águas tem demonstrado resposta expressiva, devido à melhora no sincronismo entre a utilização de energia do suplemento e proteína do pasto, ambas rapidamente degradáveis no rúmen, visto que pastos adubados e bem manejados, apresentam alta fração da proteína de rápida degradação ruminal (SANTOS et al., 2007; DELEVATTI, 2016). Após analisarem a resposta do desempenho animal em função da suplementação da dieta com concentrado em pastos de gramíneas tropicais mantidos com diferentes alturas, Reis et al. (2009), inferiram que a suplementação com 0,3 % do peso corporal (PC) de concentrado durante o período das águas, permitiu manter os animais em pastos com menor altura, ou seja maior taxa de lotação, sem prejudicar o desempenho animal.

Em pastos adubados onde há altos valores de proteína solúvel, a suplementação energética fornece carboidratos não estruturais de rápida degradação ruminal, melhorando o sincronismo entre liberação de energia e proteína para o crescimento dos microrganismos do rúmen. De acordo com Paulino et al., (2006), Valente et al. (2014) e Casagrande et al. (2011), existe um ganho potencial latente de 150 a 300 $g.dia^{-1}$ em animais mantidos em pastos bem manejados quando suplementados com fontes de proteína e energia durante o período das águas.

Outro ponto avaliado em animais em pastejo são os efeitos associativos entre o consumo de forragem e suplemento. Segundo Moore (1980) existe efeitos associativos entre o consumo de forragem e o consumo de suplemento. São eles: 1) efeito substitutivo, onde o consumo de matéria seca total é constante, porém o consumo de forragem diminui na mesma proporção que aumenta o consumo de suplemento; 2) efeito combinado, em que o consumo total aumenta, porém há redução do consumo de forragem, e finalmente 3) efeito aditivo, no qual o consumo de forragem é constante em diferentes níveis de suplementação e ocorre adição no consumo total no mesmo nível que em o suplemento é fornecido.

2.3 Uso da Proteína Suplementar

No período chuvoso, pastos de capins tropicais, adubados e bem manejados possuem elevada oferta de lâminas foliares, estrutura vegetal que apresenta altas quantidades das frações proteicas rapidamente degradáveis no rúmen, consequentemente alto teor de proteína degradável no rúmen (PDR), que pode acarretar perdas excessivas de compostos nitrogenados no ambiente ruminal na forma de amônia, diminuindo a eficiência da síntese de proteína microbiana (POPPI & MCLENNAN, 1995),devido à baixa velocidade de degradação dos carboidratos fibrosos da forragem que ocasionam reduzida assimilação do nitrogênio disponível (DETMANN et al., 2005, 2014).

De acordo com Poppi & Mclennan (1995), Moore et al. (1999), Detmann et al., (2014) o fornecimento de energia prontamente digestível, via suplemento, reduziu as perdas de nitrogênio da forragem e promoveu um sincronismo entre a disponibilidade de energia e de amônia no rúmen, maximizando a síntese de proteína microbiana. Em contrapartida, a suplementação com proteína não degradável no rúmen (PNDR) permitiu a absorção de aminoácidos no intestino,

resultando em incremento no desempenho animal (SIEBERT & HUNTER, 1982), porém apenas quando a exigência de N para a síntese de proteína microbiana estiver previamente atendida pode-se observar os benefícios da suplementação com PNDR (ANDERSON, 2000). Em estudo conduzido na FCAV, UNESP Jaboticabal, Oliveira (2014), avaliou três tipos de suplementação, sal mineral e dois suplementos protéico-energéticos, um a base de milho e outro a base de polpa cítrica fornecidos na quantidade de 0,3% do PC por dia, encontrou maior síntese de proteína microbiana nos animais que receberam os tratamentos constituídos por dois suplementos protéico-energéticos e maior eficiência de síntese de proteína microbiana nos animais suplementados com polpa cítrica.

As principais fontes proteicas para o atendimento dos requerimentos de proteína metabolizável dos ruminantes em pastejo são constituídas pela proteína microbiana produzida no rúmen, proteína dietética não degradada no rúmen e proteína endógena (BRODERICK, 1995). A proteína microbiana é considerada uma fonte proteica de boa composição aminoacídica (SCHWAB, 1996), porém é constante de modo geral. Desta forma, a inclusão de fontes proteicas que tenham alto teor de PNDR na dieta é o único modo de alteração do perfil de aminoácidos da digesta duodenal e atender a exigência de diferentes aminoácidos (SCHWAB, 1996).

2.4 Subproduto: DDGS

Tendo como objetivo a busca por ingredientes de alta qualidade para a alimentação animal, é notável o crescimento do uso de subprodutos da indústria, que, além de poderem representar importante fonte nutricional, também configura um destino adequado para evitar o acúmulo dos mesmos no ambiente. A demanda por fonte proteicas ricas em PNDR é outro ponto a ser considerado, pois no Brasil segundo a instrução normativa nº 8, de 25 de março de 2004 da legislação, é proibido fornecer produtos de origem animal para ruminantes, e as poucas fontes que restam são resíduos de milho como a protenose ou glutenose (TEIXEIRA, 1997).

Neste contexto, a utilização de DDGS vem recebendo cada vez mais destaque na nutrição animal. Nos Estados Unidos, segundo o “US Grains Council”, usinas produtoras de etanol utilizam, principalmente grãos, como o milho, e o

resíduo destas destilarias vem se tornando um alvo cada vez mais promissor na alimentação animal.

A produção do etanol no Brasil indiscutivelmente tem como principal substrato a cana de açúcar, pois a quantidade desse biocombustível obtida por unidade de área possui resultados bastante superiores às demais culturas utilizadas como substrato (Leite & Cortez, 2004). De acordo com a Sociedade Nacional de Agricultura (2014) foram produzidos no Brasil 11 milhões de litros de etanol provenientes de 29.000 toneladas de milho em 2014, em duas usinas localizadas no estado do Mato Grosso. As vantagens da utilização desse grão em relação à cana de açúcar são a facilidade na armazenagem do grão no período de entressafra da cana, e o excesso de produção e o baixo custo do milho nessa região.

Após a produção do etanol, onde o milho é convertido em álcool por meio da moagem seca, há formação de DDGS. Neste processo, após passar pelas seis etapas (moagem, maceração, cozimento, hidrólise enzimática, fermentação e destilação), os resíduos que normalmente são descartados, podem ser aproveitados (Alves et al., 2012; USGC, 2012). São centrifugados e separados em frações: hidrossolúvel, lipídica e sólida (o DDGS) (Weigel et al., 1997). O emprego do milho como matéria prima para a produção de etanol apresenta rendimento industrial de 460 L de etanol anidro e 380 kg de DDGS por cada tonelada de grão seco inserido no sistema (Wyman, 1996).

Os teores de nutrientes nos DDGS são variáveis em função do tipo, variedade e qualidade dos grãos, das condições do solo, adubações, irrigação, produção e métodos de colheita, além de fatores relacionados ao processamento nas destilarias. Tjardes & Wright (2002) demonstram variações nas características nutricionais do DDGS, variando de 88 a 90 % no conteúdo de MS, 25 a 32% de PB, 43 a 53% de PDR, 47 a 57% de PNDR, 39 a 45% de FDN, 8,8 a 12,4% de lipídeos e 85 a 90% de NDT em trabalhos conduzidos com gado de corte.

Os DDGS possuem altos teores de PNDR (TJARDES & WRIGHT, 2002), que passa diretamente pelo ambiente ruminal e chegam ao intestino a fim de ser digerida e absorvida pelo organismo animal, diferentemente de pastos adubados com nitrogênio, onde normalmente predominam as frações proteicas de maior degradação ruminal. Esta situação é interessante, especialmente em animais jovens, que possuem alta exigência de PNDR, pois, de forma geral, à medida que o animal cresce, as exigências de PNDR reduzem (MORAES et al., 2010). De acordo

com avaliações in situ, os DDGS podem apresentar até 62% de PNDR (KLEINSCHMIT et al*.,* 2007; CAO et al., 2009; MJOUN et al., 2010), valor este maior que de outros ingredientes proteicos frequentemente utilizados atualmente na alimentação de ruminantes, como o farelo de algodão e o farelo de soja, que possuem por volta de 50% e 20% de PNDR, respectivamente (SANTOS et al., 2010).

Leupp et al. (2009), ao analisarem dietas com inclusão de 0%, 15%, 30%, 45% e 60% de DDGS de milho no concentrado em dietas com relação volumoso:concentrado de 30:70, observaram que a ingestão de matéria orgânica diminui de forma quadrática, onde a maior ingestão foi observada na dieta com inclusão de 15% de DDGS,enquanto a menor foi verificada na maior ingestão de DDGS. Além disso, estes mesmos autores constataram que a digestibilidade ruminal da matéria orgânica reduziu, ao passo que a digestibilidade intestinal aumentou, ambas linearmente. Leupp et al. (2009) também encontraram valores crescentes de digestibilidade de proteína bruta com o aumento da inclusão de DDGS na dieta.

A fermentação ruminal e subsequente produção de Ácidos Graxos de Cadeias Curta (AGCC) é diretamente dependente da dieta fornecida aos animais. O tipo de carboidrato presente na ração é o principal fator que afeta a produção de AGCC (FRANCE e DIJKSTRA, 2005). Os três principais AGCC são acetato, propionato e butirato formados no rúmen devido à ação microbiana (VAN SOEST, 1994).Devido ao alto conteúdo de carboidratos estruturais nos DDGS (VAN SOEST, 1994), é esperado que dietas com teores elevados deste co-produto provoquem aumento da relação acetato:propionato e queda na produção total de AGCC, quando comparadas com dietas ricas em carboidratos não estruturais (BERGMAN, 1990). É importante esclarecer que os DDGS, apesar de serem originados de ingredientes energéticos como o milho, possuem elevado teor de proteína e de carboidratos estruturais. Isso ocorre porque durante o processo de produção de etanol o amido do milho é fermentado e a proteína e os carboidratos estruturais se concentram no resíduo produzido.

Contudo, no Brasil a utilização de DDGS na alimentação de ruminantes ainda é recente e pesquisas nas condições brasileiras utilizando este co-produto ainda são raras, principalmente em sistemas de pastejo. Tal fato, provavelmente, é devido a nossa produção de etanol ser quase que totalmente advinda da cana-de-açúcar, o que limita a disponibilidade de DDGS derivados do milho. Todavia,

indústrias que utilizam o milho para produção do etanol já começaram a funcionar no Brasil, principalmente na região centro-oeste do país, e fornecem DDGS mesmo que em pequenas quantidades. Porém, há um grande potencial de crescimento deste tipo de usina, devido a possibilidade de usar o milho na produção de álcool durante a entressafra da cana, e consequentemente aumentar da disponibilidade de DDGS.

Dentro deste contexto, se tornam relevantes e necessárias pesquisas com a utilização de co-produtos como os DDGS, por constituir uma fonte proteica de elevado potencial para utilização na alimentação de ruminantes devido ao alto nível de PNDR.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO CAPITULO 1

ALVES, J. O; ZHUO, C.; LEVENDIS, Y. A. & TENÓRIO, J.A.S. Síntese de nano materiais de carbono a partir do resíduo de milho (DDGS). **Química Nova**, 35:1534-1537, 2012.

ANDERSON, B.E. Use of warm-season grasses by grazing livestock. In: **Native warm-season grasses: Research trends and issues**. Moore, K.J. Anderson, B.E. CSSA Special Publication Number 30. Madison, Wisconsin. 2000. p. 147-157.

BARBERO, R. P.; MALHEIROS, E. B.; ARAUJO, T. L. R.; NAVE, R. L. G.; MULLINIKS, J. T.; BERCHIELLI, T. T.; RUGGIERI, A. C.; REIS, R. A.. Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bulls. **Animal Feed Science and Technology**, v. 209, p. 110-118, 2015.

BERGMAN, E. N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species.**Physiol. Rev.** v. 70, p. 567-590, 1990.

BRODERICK, G.A. Methodology for the determining ruminal degradability of feed proteins. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES. Viçosa, 1995. **Anais...**Viçosa: UFV/DZO. 1995. p.139-176

CAO, Z. J., J. L. ANDERSON, K. F. KALSCHEUR. Ruminal degradation and intestinal digestibility of dried or wet distillers grains with increasing concentrations of condensed distillers solubles. **Journal of Animal Science** 87:3013-3019. doi:10.2527/jas.2009-1894, 2009.

CASAGRANDE, D.R.; RUGGIERI, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; MORETTI, M.H.; VIEIRA, B.R.; ROTH, A.P.T.P.; REIS, R.A. Sward canopy structure and performance of beef heifers under supplementation in Brachiaria brizantha cv. Marandu pastures maintained with three grazing intensities in a continuous stocking system. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.10, p.2074-2082, 2011.

DA SILVA, S. C. da; PEDREIRA, C. G. S. Fatores condicionantes e predisponentes da produção animal a pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE PASTAGEM, 13., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1996. p. 317-327.

DA SILVA, S.C. Understanding the dynamics of herbage accumulation in tropical grass species: the basis for planning efficient grazing management practices. In: PIZARRO. E.; CARVALHO, P.C.F.; DA SILVA, S.C. (Eds.) SYMPOSIUM ON GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 2., 2004,UFPR, Curitiba. **Anais**... Curitiba. CD-ROM.

DELEVATTI, L. M. **Parâmetros nutricionais e metabólicos de novilhos nelore recriados em pastos de diferentes alturas e doses de suplemento.** 2016. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal.

DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; CECON, P.R. et al. Níveis de proteína bruta em suplementos para terminação de bovinos em pastejo durante o período de transição seca águas: Consumo voluntário e trânsito de partículas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 1380-1391, 2005.

DETMANN, E.; PAULINO, M. F. VALADARES FILHO, S. C. Otimização do uso de recursos forrageiros basais. In: **Proceedings of 3rd International Symposium on Beef Cattle Production**, Viçosa, Brazil. Pp. 191-240, 2010.

DETMANN, E.; VALENTE, E.E.L.; BATISTA, E.D.; et al. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, v.162, p.141-153, 2014.

FRANCE, J.; DIJKSTRA, J.Volatile fatty acid production. In: **Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism**, 2nd ed. CABI Publishing, Oxfordshire, UK. Pp. 157-176, 2005.

KLEINSCHMIT, D. H., J. L. ANDERSON, D. J. SCHINGOETHE, K. F. KALSCHEUR, AND A. R. HIPPEN. Ruminal and intestinal degradability of distillers grains plus solubles varies by source. **J. Dairy Sci**. 90:2909–2918, 2007.

LEITE, R. C. & CORTEZ, A.B. O etanol combustível no Brasil, 2004. Disponível em: http://www.cnptia.embrapa.br/.

LEUPP, J. L., LARDY, G. P., KARGES, K. K., GIBSON, M. L. AND CATON, J. S. Effects of increasing level of corn distillers dried grains with solubles on intake, digestion, and ruminal fermentation in steers fed 7FA concentrate diets. **Journal of Animal Science**. V.87, p.2906-2912, 2009.

McCARTHY JR., R.D.; KLUSMEYER, T.H.; VICINI, J.L. et al. Effects of source of protein and carboydrate on ruminal fermentation and passage of nutriens to the small intestine of lactating cows. **Journal of Animal Science** , v.70, n.8, p.2002- 2009, 1989.

MJOUN, K., KALSCHEUR, K. F., HIPPEN, A. R. AND SCHINGOETHE, D. J. Ruminal degradability and intestinal digestibility of protein and amino acids in soybean and corn distillers grains products. **J. Dairy Sci**. 2010. 93: 4144–4154.

MOORE, J.E.. Forage Crops. In: HOVELAND, C.S. (ed.). Crop Quality, Storage, and Utilization. **Crop Science Society of America**. Madison, Wisconsin. 1980

MOORE, J.E. BRANT, M.H. KUNKLE, W.E. HOPKINS,D.I. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. **Journal of Animal Science**. Suppl. 2. v.77, p.122-135, 1999.

MORAES, E. H. B. K.; PAULINO, M. F.; MORAES, K. A. K.; VALADARES FILHO, S. C.; FIGUEIREDO, D. M.; COUTO, V. R. M. Exigências de proteína de bovinos anelorados em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 3, p. 601 - 607, 2010.

OLIVEIRA, A. A. **Manejo do pasto de capim-marandu e suplementação com diferentes fontes de energia na recria de tourinhos nelore.** 2014. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal.

PAULINO, M.F.; ZAMPERLINI, B.; FIGUEIREDO, D. M.; MORAES, E.H. B. K.; FERNANDES, H.J.; PORTO, M.O.; SALES, M.F.L.; PAIXÃO, M.L.; ACEDO, T.S.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Bovinocultura de precisão em pastagens. In: Simpósio internacional de produção de gado de corte, 1., Viçosa, MG. **Anais…** 2006, p.361-411.

POPPI, D. P.; HUGHES, T. P.; L'HUILLIER, P. J. Intake of pasture by grazing ruminants. In: NICOL, A. M. (Ed.). **Livestock feeding on pasture**. Hamilton: New Zealand Society of Animal Production. 7. p. 55-64. (Occasional publication, no 10). 1987.

POPPI, D.P.; McLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, v.73, p.278-290, 1995.

POPPI, D.; McLENNAN, S.R. Otimizando o desempenho de bovinos em pastejo com suplementação proteica e energética. In: SANTOS, F.A.P.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (ed.). 6º SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE: Requisitos de qualidade na bovinocultura de corte. **Anais...** Piracicaba, 2007.

REIS, R.A.; MELO, G.M.P.; BERTIPAGLIA, L.M.A. et al. Otimização da utilização da forragem disponível através da suplementação estratégica. In: VOLUMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES, 2., 2005, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 2005. p.25-60.

REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C.; CASAGRANDE, D. R.; PÁSCOA, A. G. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens**. RevistaBrasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 147-159, 2009.

SANTOS, F.A.P. CORREIA, P.S. RAMALHO, T.R. COSTA, D.F.A. Sistemas intensivos de recria de bovinos com suplementação em pastagens e confinamento. In: SANTOS, F.A.P. MOURA, J.C. FARIA, V.P. (ed.). Simpósio sobre Bovinocultura de Corte: Requisitos de qualidade na bovinocultura de corte. 6, Piracicaba, 2007. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, Piracicaba, p. 183-219, 2007.

SANTOS, F.A.P.; PEDROSO, A.M. Suplementação proteica e energética para bovinos de corte em confinamento. In: PIRES, A.V. **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, 2010. v. 2, p. 257-280.

SCHWAB, C.G. Amino acid nutrition of dairy cow: current status. In: PROCEEDINGS CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURES. 1996, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1996. p.184-198.

SIEBERT, B.D. HUNTER, R.A. Supplementary feeding of grazing animals. In: HACKER, J.B. (ed.). **Nutritional limits to animal production from pasture**. Commonwealth Agricultural Bureau. Farnham Royal. 1982. p. 409-425.

SNA – Sociedade Nacional de Agricultura. 2014. Disponível em: http://sna.agr.br/capaagronegocio/.

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

TEIXEIRA, J.C. Alimentação de bovinos leiteiros. Lavras, UFLA - FAEPE, 267 p., 1997.

USGC, U.S Grains Council. **A guide to distiller's dried grains with solubles (DDGS).** Third Edition, 2012.

TJARDES, J.; Wright, C. Feeding corn distiller's co-products to beef cattle. **SDSUExtension Extra.** ExEx 2036, Dept. of Animal and Range Sciences. p. 1-5, 2002.

VALENTE, A. L. S.; et al. Grazing height effect on Marandu characteristics and performance of young Nellore Bulls. In. Australian Society Animal Production. **Proceedings...**Canberra, Australia, 2014.

VAN SOEST, P.J. 1994. **Nutritional ecology of the ruminants**. Corvallis, Oregon, O&B. Books. 476p.

WEIGEL, J. C.; LOY, D. & KILMER, L. **Feeding co-products of the dry corn milling process**. Renewable Fuels Association and National Corn Growers Association. Washington, D. C. and St. Louis, MO, 8, 1997.

WYMAN, C. E. **Handbook on bioethanol: production and utilization, Applied Energy Technology Series**, Taylor & Francis, Washington, 1996.

Capítulo 2

USO DE DDGS NA SUPLEMENTAÇÃO PROTÉICO ENERGÉTICA EM BOVINOS EM PASTEJO NA ESTAÇÃO CHUVOSA

1. INTRODUÇÃO

Devido às condições ambientais e à vasta dimensão territorial, o Brasil possui uma pecuária com base principalmente na utilização de pastagens tropicais (PAULINO et al., 2003). Entretanto dietas com base em forrageiras tropicais, mesmo quando o pasto é bem manejado e a qualidade de forragem é alta, geralmente apresentam elevada fração fibrosa, o que pode limitar o potencial produtivo de bovinos em pastejo devido ao desbalanço de nutrientes. Em pastos onde há elevados teores de proteína, normalmente parte desta é composta por frações mais solúveis, de rápida degradação ruminal.

A suplementação constitui-se de uma importante ferramenta que visa atenuar o desequilíbrio de nutrientes de bovinos em pastejo, pois mesmo quando a proteína não é um fator limitante, o fornecimento de ingredientes concentrados pode aumentar a eficiência dos sistemas de pecuária em pastagens. O uso de suplementos também pode fornecer PNDR, que passará intacta pelo rúmen e será uma fonte de aminoácidos essenciais para absorção intestinal, resultando em maior desempenho animal (FLUHARTY et al. 1994).

Diversos são os ingredientes que podem compor suplementos proteicos/ energéticos, porém, tendo como objetivo buscar fontes de nutrientes provenientes de co produtos, pode-se assim dar um destino adequado a alguns resíduos da indústria. Neste sentido é notável o crescimento da busca por ingredientes alternativos para formulações de suplementos, além de evitar a utilização de produtos que competem com a alimentação humana.

A produção do etanol a partir da fermentação do milho gera co-produtos considerados de alta digestibilidade e alto teor de proteína quando seco (DDGS, do inglês “distillers dried grains with solubles”), o que os tornam atrativos na substituição de ingredientes convencionais como a soja e o farelo de algodão. No Brasil não é permitido o uso de ingredientes de origem animal na alimentação de ruminantes, nesta situação os DDGS representam uma fonte de PNDR interessante, pois há poucas alternativas de ingredientes que podem ser utilizados como fontes de PNDR, destacando-se outros resíduos de milho com a protenose ou glutenose.

Neste contexto, a utilização de DDGS, resíduo da produção de etanol a partir do milho vem recebendo cada vez mais destaque na nutrição animal. Contudo, no Brasil a utilização de DDGS na alimentação de ruminantes ainda é recente e

pesquisas nas condições brasileiras utilizando este co-produto ainda são raras, principalmente em sistemas de pastejo.

O uso de suplementos com substituição do farelo de algodão por DDGS na alimentação de bovinos de corte pode alterar os parâmetros ruminais, reduzir o pH e diminuir os teores de N-amoniacal, por fornecer menos proteína degradável no rúmen (PDR), e aumentar os AGCCs, por meio do maior aporte de carboidratos solúveis provenientes da suplementação. Tais resultados poderiam aumentar o consumo, melhorar a digestibilidade total aparente e tornar o balanço de nitrogênio e a síntese de proteína microbiana mais eficientes.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a inclusão crescente de DDGS como fonte de proteína não degradável no rúmen (PNDR) no suplemento da dieta de bovinos mantidos em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu na fase de recria durante o período das águas, sobre o consumo, digestibilidade total aparente, balanço de nitrogênio, eficiência de síntese de proteína microbiana, e parâmetros ruminais (pH, nitrogênio amoniacal e ácidos graxos de cadeia curta).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos adotados neste estudo estão de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal, adotado pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), em reunião ordinária em 7 de agosto de 2015 (Protocolo nº 12703/15).

2.1 Área animais experimentais e método do pastejo

O projeto foi desenvolvido no setor de Forragicultura da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) Jaboticabal, SP, localizada a 21º14’05” Sul, 48º17’09” Oeste e 615 metros de altitude, onde o clima observado na região é subtropical do tipo CW de acordo com a classificação de Köppen. O projeto foi realizado durante o período das águas entre dezembro de 2015 e abril de 2016. As condições climáticas durante o período experimental são apresentadas na Tabela 1.

Foram utilizados 8 animais *Bos indicus* castrados e dotados de cânula ruminal, com peso corporal inicial médio de 319 ±20 kg, mantidos em piquetes

formados com capim Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), e os tratamentos foram distribuídos em duplo quadrado latino 4x4.

A área experimental possui 9,2 ha divididos em 8 piquetes. Os pastos foram adubados com 180 kgN.ha^{-1}, divididos em três doses de 60 kgN.ha^{-1}, aplicados no início de dezembro de 2015, no fim de janeiro de 2016 e no início de março de 2016. Os pastos foram manejados a 25 cm de altura, e com vistas a manter a altura pré-determinada, foi adotado o método de pastejo com lotação contínua e taxa de lotação variada utilizando a técnica de "*put and take"* (MOTT & LUCAS, 1952) e para tanto foram utilizados 14 animais *Bos indicus* não castrados como reguladores.

Concomitantemente ocorreu o experimento de desempenho no qual se avaliaram os mesmos tratamentos, onde cada um dos 4 tratamentos foi distribuído em 3 piquetes. Os animais canulados, utilizados no presente experimento permaneceram sempre em 2 dos 3 piquetes de cada tratamento.

Tabela 1. Dados climáticos observados em Jaboticabal, São Paulo no período de dezembro de 2015 a março de 2016.

Período	Temperatura (ºC)			Chuva (mm)	Dias de Chuva
	Máxima	Mínima	Média		
dez/2015	30,9	19,6	24,3	293,0	13
jan/2016	29,9	20,6	24,4	449,4	18
fev/2016	31,9	21,1	25,2	201,0	14
mar/2016	31,4	20,2	24,6	132,9	17

Fonte: Os elementos meteorológicos utilizados neste trabalho foram extraídos de um conjunto de dados pertencentes ao acervo da área de Agrometeorologia do Departamento de Ciências Exatas. As observações feitas na Estação Agroclimatológica do Campus de Jaboticabal são cotadas, digitadas em formato padronizado, realizada a consistência e controle de qualidade. Em seguida são obtidas as medias diárias, mensais e anuais que são repassadas aos usuários.

2.2 Tratamentos e período experimental

Foram avaliados quatro tratamentos (suplementos), sendo o Tratamento 1 ou controle) MM: mistura mineral (*ad libitum*); Tratamento 2) FA: suplemento convencional com milho como fonte energética e farelo de algodão como fonte proteica; Tratamento 3) 50DDG: suplemento com substituição de 50% da fonte proteica de FA por DDGS e Tratamento 4)100DDG: suplemento com substituição de

100% da fonte proteica de FA por DDGS. O DDGS foi misturado ao restante dos ingredientes do suplemento na própria universidade. Os animais receberam 0,3% do peso corporal (PC) de suplemento diretamente no rúmen através da cânula ruminal, por volta das 10h30. Para tanto os animais foram retirados dos piquetes e levados ao curral de manejo. Simultaneamente, o suplemento dos animais da avaliação de desempenho foi fornecido no cocho, e os animais canulados apenas retornaram aos respectivos piquetes quando não houve mais suplemento nos cochos, para evitar que consumissem as possíveis sobras. Pesagens foram realizadas a cada 14 dias para ajustes da quantidade de suplemento a ser fornecida.

Os suplementos avaliados no estudo apresentaram a composição apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Composição dos suplementos dos tratamentos experimentais FA, 50DDG e 100DDG.

	Tratamentos		
Ingredientes (%, base matéria seca)	FA*	50DDG*	100DDG*
Farelo de Milho (FM)	50,04	50,01	50,03
Farelo de Algodão (FA)	30,80	15,50	0
DDGS Milho	0	18,50	37,20
Sal	3,37	3,37	3,37
Calcário	4,22	4,60	4,98
Fosfato monocálcico	3,06	3,45	3,84
Caulim	8,38	4,44	0,46
Fosfato monocálcico	3,06	3,45	3,84
Núcleo Mineral**	0,09	0,09	0,09
Total	100	100	100
Composição química (%)			
FDNcp (% MS)	17,96	24,51	31,13
FDNi (% MS)	10,76	12,39	9,94
CNF (% MS)	40,78	37,85	34,91
Proteína Bruta (% MS)	17,17	17,48	17,35
fração A (% PB)	18,00	11,43	11,39
fração B1+B2 (% PB)	35,15	49,72	52,66
fração B3 (% PB)	42,56	27,51	20,38
fração C (% PB)	4,29	11,34	15,57
Extrato Etéreo (% MS)	2,47	2,82	3,18
Composição química (%)	*FM*	*FA*	*DDGS*
FDNcp (% MS)	13,10	37,02	66,07
FDNi (% MS)	2,20	13,62	6,87
CNF (% MS)	73,82	22,48	1,84
Proteína Bruta (% MS)	9,04	39,06	28,98
Extrato Etéreo (% MS)	4,04	1,44	3,11

*Tratamentos experimentais: FA-suplemento protéico-energético com farelo de algodão como fonte proteica; 50DDG-suplemento protéico-energético com substituição de 50% do farelo de algodão por DDGS; 100DDG-suplemento protéico-energético com substituição de 100% do farelo de algodão por DDGS. **Níveis de garantia:Cálcio-16,204g.kg^{-1}; cobre-45.900mg.kg^{-1}; manganês-28.270mg.kg^{-1}; zinco-170.000mg.kg^{-1}; cobalto-2.505mg.kg^{-1}; Iodo-3.400mg.kg^{-1}; selênio-884mg.kg^{-1}.

O período experimental teve duração de 112 dias, divididos em quatro períodos de 28 dias, sendo os primeiros 14 dias de adaptação e os demais para avaliações de consumo, digestibilidade, determinação do pH e concentrações de nitrogênio amoniacal, ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), bem como

quantificação das concentrações urinárias de creatinina e alantoína, síntese de proteína microbiana e balanço de nitrogênio.

2.3 Massa e características morfológicas e químicas da forragem e suplementos

Avaliações de forragem foram realizadas a cada 28 dias, durante todo o período experimental, por meio do corte e coleta de amostras de forragem em cada piquete. A altura média do dossel durante o período chuvoso foi mensurada a cada 7 dias, a partir da medição de 80 pontos aleatórios por hectare dentro de cada piquete, para manutenção da altura do pasto em 25 cm. A estimativa da massa de forragem (MF) foi realizada por meio do corte e coleta de três amostras de forragem em pontos representativos em cada piquete, na altura média do dossel previamente medida. A forragem foi cortada rente ao solo em área delimitada por aro circular de 0,25m^2. As amostras foram pesadas inicialmente, depois sub amostradas em duas partes, sendo uma para estimativa da disponibilidade de massa seca total (MST, kg MS ha^{-1}) de forragem de cada piquete, e outra para determinação da composição morfológica dos pastos, separadas manualmente em material senescente (folha e colmo), hastes verdes (bainha foliar e colmo) e laminas foliares verdes. As amostras foram secas em estufa com circulação de ar a 55º C por 72h e pesadas.

Para determinação da composição química da forragem foram coletadas amostras do pasto que representam a fração consumida pelos animais a cada 28 dias a partir da simulação do pastejo (SOLLEMBERGER e CHERNEY 1995), através do método "*hand-plucking"* que consiste em colher a forragem após prévia observação do hábito de pastejo dos animais. A simulação de pastejo realizou-se concomitantemente com as coletas de fezes, descritas no item 2.5. As amostras frescas foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 55ºC por 72 horas. Após a pré-secagem, processou-se todas as amostras de forragem, fezes e dos suplementos em moinho do tipo Willey, com peneira de malha com crivo de 1mm, exceto para analises de FDNi (fibra em detergente neutro indigestível) que foram moídas em 2mm, conforme Casali et al. (2008).

A partir destas amostras moídas determinaram-se os teores de matéria seca (MS – método 934.01),matéria mineral (Cinzas – método 942.05), matéria orgânica (MO – método 942.05) e extrato etéreo (EE – método 945.16) segundo a AOAC

(1990). A avaliação do teor de proteína bruta (PB) foi realizada de acordo com os procedimentos descritos pela AOAC (1990) pelo método de combustão de Dumas, utilizando-se o equipamento Leco®, modelo FP-528 (Leco Corporation, Michigan, USA). O fracionamento da proteína foi realizado de acordo com Licitra et al. (1996).

As avaliações de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas em analisador de fibra Ankon 2000 (Ankon Technologies, Macedon, NY). A fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (FDNcp), lignina obtida após a solubilização da celulose com H_2SO_4 72%, nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) da forragem foram realizados de acordo com Ankon 2000 (Ankon Technologies, Macedon, NY). A FDNcp das amostras dos concentrados foi determinada com amilase termoestável (VAN SOEST et al., 1991). Realizou-se quantificação dos carboidratos não fibrosos (CNF) dos suplementos. A fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) foi obtida por procedimento de incubação in situ por 288 horas de acordo com Valente et al. (2011).

Tabela 3. Massa de forragem (MF), separação morfológica e composição bromatológica de pastos durante a estação das águas, onde os animais foram suplementados com mistura mineral ou suplemento protéico-energético com doses crescentes de DDG.

	Tratamento				
	MM*	FA*	50DDG*	100DDG*	Desvio Padrão
MASSA DE FORRAGEM					
MF (t/ha)	6,20	5,79	6,32	6,47	1,33
Folha(%)	32,4	37,4	34,0	33,8	11,5
Colmo(%)	37,2	36,7	34,0	34,9	4,07
M. Morto (%)	30,3	25,9	32,0	31,3	10,8
COMPOSIÇÃO					
MO(%)	91,0	90,6	90,6	90,5	0,01
FDNcp (%)	55,8	56,5	55,6	56,1	0,02
FDNi (%)	14,3	14,7	14,8	15,2	0,03
PB (%)	15,5	16,5	16,9	16,9	0,02
fração A (%PB)	37,3	35,6	36,4	38,5	0,09
fração B1+B2 (%PB)	34,1	36,5	35,3	34,2	0,07
fração B3 (%PB)	20,5	19,4	19,8	19,3	0,03
fração C (%PB)	8,09	8,5	8,5	7,98	0,02
EE (%)	2,48	2,4	2,46	2,49	>,01

*MM: mistura mineral (*ad libitum*); FA: suplemento convencional com milho como fonte energética e farelo de algodão como fonte proteica; 50DDG: suplemento com substituição de 50% da fonte proteica do FA por DDGS e 100DDG: suplemento com substituição de 100% da fonte proteica do FA por DDGS.

2.4 Consumo e digestibilidade

Utilizou-se o óxido de cromo (Cr_2O_3) como indicador externo para estimativa da excreção fecal e a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno para estimativa do consumo de MS do pasto. O óxido de cromo (Cr_2O_3) foi inserido diretamente no rúmen a partir do 15º dia de cada período experimental, na quantidade de 10g por animal por dia,às 10h30, durante 10 dias, dos quais os sete primeiros compreenderam a adaptação e no 22º, 23º e 24º dias do período foram realizadas coletas de fezes as 11h00 e 17h00; 09h00 e 15h00; e 07h00 e 13h00, respectivamente. As amostras de fezes foram coletadas imediatamente após a defecação ou diretamente no reto dos animais, secas por ventilação forçada a 55ºC por 72h e processadas em moinho do tipo Willey, com peneira de malha com crivo de 2 mm para analises de FDNi (fibra em detergente neutro indigestível), e peneira de

malha com crivo de 1 mm para as demais análises químicas (CASALI et al., 2008). O concentrado foi fornecido diretamente no rúmen dos animais, não sendo, portanto, necessária a estimativa de consumo.

Para a estimativa do teor de FDNi nas amostras de fezes e de pasto obtidas via simulação manual de pastejo e nos suplementos foram incubados *in situ* por 288 horas como sugerido por Valente et al. (2011) e depois extraídos com detergente neutro como descrito por Mertens (2002). As análises de fibra em detergente neutro (FDN) foram realizadas utilizando os procedimentos descritos por ANKOM Technology Corporation (Fairport, NY).

2.5 Parâmetros ruminais

Na avaliação do pH, concentração de nitrogênio amoniacal e AGCC ruminais realizou-se a amostragem de líquido ruminal no 23º, 24º e 25º dia de cada período experimental nos tempos 0, 3, 6, 9, 12 e 18 horas, sendo que no 23º dia foram coletados os tempos 0, 6 e 12 horas, no 24º os tempos 3 e 9 horas após a suplementação e no 25º o tempo 18 horas, afim de reduzir o tempo de permanência dos animais fora do pasto e assim minimizar as alterações de ciclo de pastejo e comportamento. O tempo zero correspondeu à amostragem antes do fornecimento do suplemento, fixado às 10h30 horas. Os demais tempos de amostragem corresponderam às horas após a adição de suplemento no rúmen.

O líquido ruminal foi coletado na interface sólido-líquido do ambiente ruminal, filtrado por uma camada tripla de gaze e submetido à avaliação de pH com auxílio de potenciômetro digital previamente calibrado com tampão pH 7,0 e 4,0. Em seguida separou-se uma alíquota de 50 ml, a qual foi fixada com 1 ml de ácido sulfúrico (1:1) e congelada a -20º C para posteriores análises laboratoriais. As concentrações de nitrogênio amoniacal ruminal foram realizadas pelo método de Kjehdal (AOAC, 1990 – ID 954.01) com KOH 2N de acordo com Fenner (1965) e as concentrações de AGCCs foram determinadas, segundo as indicações do método de Famme & Knudsen (1984).Após degelo e centrifugação (13.000 rpm por 30 minutos), as amostras de líquido ruminal (1 mL) foram tratadas com 0,2 mL de ácido fórmico (88%) para protonar os ácidos dissociados e garantir a volatilização dos AGCC no injetor do cromatógrafo. As análises dos AGCC foram conduzidas em cromatógrafo a gás (modelo CG 270, Instrumentos Científicos CG Ltda) com detector de ionização de chamas, empregando coluna empacotada (4% CW 20M Carbopack B-DA; 2,0 m × 1/8", fornecida pela empresa

Analítica). As vazões de nitrogênio (gás de arraste), dos gases da chama H2 e do ar sintético foram mantidas em 30, 30 e 300 mL.min^{-1}, respectivamente. A temperatura do injetor, da coluna e do detector foram mantidas constantes em 180, 188 e 240ºC, respectivamente. em cromatógrafo a gás (HP 4890).

2.6 Eficiência microbiana e Balanço de nitrogênio

No vigésimo quinto dia dos períodos experimentais, foi realizada coleta urina imediatamente antes da suplementação e quatro horas após. Realizou-se a coleta de urina na forma de amostra spot, em micção espontânea dos animais. As amostras foram filtradas em camada tripla de gaze e uma alíquota de 5 ml foi separada e diluída com 20 ml de ácido sulfúrico (0,036 N) (VALADARES et al., 1999), a qual destinou-se a quantificação das concentrações urinárias de creatinina, ureia e derivados de purina, alantoína e ácido úrico. Foi separada uma amostra de cerca de 20 ml de urina pura para análise de nitrogênio total e matéria seca.

A excreção diária de compostos nitrogenados (ureia, creatinina e derivados de purina) na urina foi estimada de acordo com Valadares et al. (1999). Os teores urinários de alantoína foram estimados por intermédio de métodos colorimétricos (CHEN & GOMES, 1992). O volume urinário estimado a partir das amostras spot foi calculado pela excreção média diária de creatinina (BARBOSA et al. 2011), em miligrama por quilo de peso vivo (mg/kg PV), dividida pela concentração na amostra spot de urina.O balanço de nitrogênio (BN), expresso em g/dia, foi obtido pela diferença entre o nitrogênio consumido (NC) e o excretado nas fezes (ENF) e na urina (ENU) em g/dia.

2.7 Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi quadrado latino duplo, utilizando-se dois quadrados latinos, com quatro tratamentos e quatro períodos experimentais, e nas avaliações de parâmetros ruminais (pH, N-amoniacal e AGCCs) foram utilizadas medidas repetidas no tempo.

As médias dos dados foram analisadas por meio de modelos mistos pelo procedimento MIXED do SAS 9.2. A escolha da matriz de covariância entre tempos, para cada variável, foi feita por meio do critério de Akaike (AIC) e as análises foram realizadas considerando os suplementos como efeitos fixos. Para comparação de médias foi utilizado o teste de Contrastes, sendo que a significância foi declarada a

P<0,10, e foi considerada tendência para 0,10<P<0,15. Os contrastes realizados foram: contraste ortogonal 1) MM vs (FA+50DDG+100DDG); contraste polinomial 2) efeito linear entre FA, 50DDG e 100DDG; contraste polinomial 3) efeito quadrático entre FA, 50DDG e 100DDG. Todas as variáveis foram analisadas com o suplemento como efeito fixo, o período e o animal como efeito aleatório. Enquanto que as variáveis de parâmetros ruminais (pH, N-amoniacal e AGCC) tiveram além do período os tempos também como efeitos aleatórios. As análises dos dados foram realizadas por meio do pacote estatístico SAS (2008), versão 9.2.

3. RESULTADOS

Os consumos de MS kg.dia^{-1} (P=0,013), MS%PV (P=0,015), MO (P=0,022), PB (P=0,002), FDNcp (P=0,099), EE (P=0,022) e CNF (P=0,005) foi menor para os animais recebendo apenas sal mineral no tratamento controle (MM) em relação aos animais recebendo suplementação proteico energética (Tabela 4). Entretanto os consumos de MS, nutrientes e NDT não diferiram entre os diferentes suplementos proteico energéticos.

Os valores de digestibilidade (Tabela 5) da MS variaram entre 63,11% e 65,68%; 65,98% e 69,67%; 64,55% e 67,87%; 67,58% e 71,07%; 37,27% e 48,35% 64,65% e 69,70% para MS, MO, PB, FDNcp, EE e CN, respectivamente. Entretanto não houve diferença significativa nas digestibilidades observadas em nenhum dos contrastes avaliados, exceto a digestibilidade do EE que apresentou efeito quadrático no contraste entre FA, 50DDG e 100DDG (P=0,0897).

Em relação aos parâmetros ruminais, apresentados na Tabela de 6, foram avaliados pH, N-amoniacal AGCC totais, proporção de acetato, propionato e butirato em relação ao total e relação acetato/propionato. No contraste 1, entre o tratamento controle MM e suplementados, não houve diferença significativa em nenhum dos parâmetros avaliados.

Considerando os contrastes 2 e 3 entre os tratamentos suplementados, apenas nos valores de N-amoniacal houve diferença significativa (P<0,081), caracterizando um efeito linear com o aumento da inclusão de DDGS no suplemento protéico energético. Para os demais parâmetros ruminais não houve diferença significativa, considerando os contrastes avaliados.

A síntese de proteína microbiana (Tabela 7) foi influenciada pelos tratamentos (P<0,051) somente quando expressa em gramas de proteína microbiana por kg de NDT ingerido, quando se avaliou o contraste 1. Enquanto que considerando os contrastes 2 e 3, houve diferença significa apenas no último também quando a síntese foi expressa em kg de NDT ingerido.

O balanço de nitrogênio (Tabela 7) não foi alterado quando expresso em porcentagem do ingerido, porém quando apresentado em gramas por dia houve diferença significativa (P=0,019) apenas no contraste entre MM e os demais tratamentos (1).

Tabela 4. Consumo de nutrientes de bovinos recriados em pastejo durante a estação das águas, suplementados com mistura mineral ou suplemento protéico-energético com doses crescentes de DDG.

Consumo	Tratamento				EPM[1]	Contrastes		
						Trat[2]	Doses	
	MM*	FA*	50DDG*	100DDG*			Lin[3]	Quad[4]
MS[5] *(kg/dia)*	6,28	7,60	7,82	8,47	0,35	0,013	0,263	0,743
MS[5] *(%PC)*	1,85	2,21	2,25	2,43	0,11	0,015	0,293	0,714
Forragem(kg/dia)	6,28	6,56	6,77	7,41	0,33	0,311	0,274	0,750
Forragem(%PC)	1,85	1,91	1,95	2,13	0,10	0,389	0,293	0,714
MO[5] *(kg/dia)*	5,72	6,75	6,98	7,62	0,32	0,022	0,220	0,738
PB[5] *(kg/dia)*	0,97	1,26	1,32	1,45	0,07	0,002	0,136	0,772
FDNcp[5] *(kg/dia)*	3,52	3,89	4,03	4,44	0,20	0,099	0,214	0,720
EE[5] *(kg/dia)*	0,15	0,18	0,19	0,22	0,01	0,022	0,124	0,596
CNF[5] *(kg/dia)*	1,07	1,42	1,44	1,51	0,06	0,005	0,533	0,839
NDT[5] (kg/dia)	3,92	4,46	4,21	4,91	0,26	0,170	0,400	0,310

[1] EPM: erro padrão da média; [2]Trat: contraste entre MM vs (FA+50DDG+100DDG); [3]Lin: efeito linear entre FA, 50DDG e 100DDG; [4]Quad: efeito quadrático entre FA, 50DDG e 100DDG. *MM: mistura mineral (*ad libitum*); FA: suplemento convencional com milho como fonte energética e farelo de algodão como fonte proteica; 50DDG: suplemento com substituição de 50% da fonte proteica do FA por DDGS e 100DDG: suplemento com substituição de 100% da fonte proteica do FA por DDGS; [5] MS: Matéria Seca, MO: Matéria orgânica, PB: proteína bruta, FDNcp: Fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína, EE: Extrato etéreo, CNF: Carboidratos não fibrosos e NDT: Nutrientes digestíveis totais.

Tabela 5. Digestibilidade de nutrientes de bovinos recriados em pastejo durante a estação das águas, suplementados com mistura mineral ou suplemento protéico-energético com doses crescentes de DDG.

Digestibilidade(%)	Tratamento				EPM[1]	Contrastes		
						Trat[2]	Doses	
	MM*	FA*	50DDG*	100DDG*			Lin[3]	Quad[4]
MS[5]	63,11	65,68	63,65	64,71	1,19	0,305	0,600	0,343
MO[5]	65,98	69,67	66,25	67,03	1,12	0,242	0,136	0,166
PB[5]	65,28	67,87	64,55	66,01	1,52	0,598	0,354	0,175
FDNcp[5]	67,58	71,07	68,30	69,85	1,19	0,212	0,558	0,238
EE[5]	39,03	48,35	37,27	41,30	2,72	0,444	0,164	0,090
CNF[5]	64,65	69,70	64,88	66,72	1,48	0,429	0,447	0,318

[1] EPM: erro padrão da média; [2]Trat: contraste entre MM vs (FA+50DDG+100DDG); [3]Lin: efeito linear entre FA, 50DDG e 100DDG; [4]Quad: efeito quadrático entre FA, 50DDG e 100DDG. *MM: mistura mineral (*ad libitum*); FA: suplemento convencional com milho como fonte energética e farelo de algodão como fonte proteica; 50DDG: suplemento com substituição de 50% da fonte proteica do FA por DDGS e 100DDG: suplemento com substituição de 100% da fonte proteica do FA por DDGS; [5] MS: Matéria Seca, MO: Matéria orgânica, PB: proteína bruta, FDNcp: Fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína, EE: Extrato etéreo, CNF: Carboidratos não fibrosos e NDT: Nutrientes digestíveis totais.

Tabela 6.pH, Nitrogênio amoniacal, teores de AGCC totais, acetato, propionato, butirato e relação acetato/propionato do rúmen de bovinos recriados em pastejo durante a estação das águas em diferentes horários após a suplementação com doses crescentes de DDG.

	Tratamento					Contrastes		
							Doses	
	MM*	FA*	50DDG*	100DDG*	EPM[1]	Trat[2]	Lin[3]	Quad[4]
pH	6,40	6,25	6,27	6,39	0,022	0,229	0,157	0,615
N-NH3[5] (mg.dL^{-1})	15,0	16,4	15,2	14,2	0,373	0,725	0,081	0,889
AGCC totais (mmol.L^{-1})	95,9	100,0	97,7	95,5	1,157	0,532	0,256	0,981
Acetato (%AGCC)	70,5	71,0	70,7	70,8	0,001	0,663	0,807	0,791
Propionato (%AGCC)	15,9	15,9	16,3	15,9	0,001	0,757	0,949	0,463
Butirato (%AGCC)	9,82	9,39	9,39	9,74	0,001	0,185	0,232	0,481
Acetato/propionato	4,50	4,50	4,38	4,51	0,037	0,823	0,963	0,497

[1] EPM: erro padrão da média; [2]Trat: contraste entre MM vs (FA+50DDG+100DDG); [3]Lin: efeito linear entre FA, 50DDG e 100DDG; [4]Quad: efeito quadrático entre FA, 50DDG e 100DDG; [5]Tempos: grau do efeito entre os diferentes tempos de coleta. *MM: mistura mineral (*ad libitum*); FA: suplemento convencional com milho como fonte energética e farelo de algodão como fonte proteica; 50DDG: suplemento com substituição de 50% da fonte proteica do FA por DDGS e 100DDG: suplemento com substituição de 100% da fonte proteica do FA por DDGS; [5] N-NH3: Nitrogênio amoniacal.

Tabela 7. Síntese de proteína microbiana e Balanço de Nitrogênio de bovinos recriados em pastejo durante a estação das águas, suplementados com mistura mineral ou suplemento protéico-energético com doses crescentes de DDG.

	Tratamento				EPM[1]	Contrastes		
							Doses	
	MM*	FA*	50DDG*	100DDG*		Trat[2]	Lin[3]	Quad[4]
Síntese de Pmic								
PB Mic[5] (g dia^{-1})	532,9	533,1	564,5	455,1	37,9	0,869	0,475	0,456
PB Mic[5] (g PB Mic.kg NDT^{-1})	157,3	117,6	120,6	79,7	10,9	0,051	0,211	0,386
Balanço de N								
Bal Nit[5] (g/dia)	70,33	93,97	100,99	121,46	10,38	0,019	0,130	0,649
Bal Nit[5] (%ing)	41,04	44,09	45,31	47,11	3,31	0,179	0,467	0,932

[1] EPM: erro padrão da média; [2]Trat: contraste entre MM vs (FA+50DDG+100DDG); [3]Lin: efeito linear entre FA, 50DDG e 100DDG; [4]Quad: efeito quadrático entre FA, 50DDG e 100DDG. *MM: mistura mineral (*ad libitum*); FA: suplemento convencional com milho como fonte energética e farelo de algodão como fonte proteica; 50DDG: suplemento com substituição de 50DDG da fonte proteica do FA por DDGS e 100DDG: suplemento com substituição de 100DDG da fonte proteica do FA por DDGS; [5] PB Mic: Proteína bruta microbiana, Bal Nit: Balanço de Nitrogênio.

4. DISCUSSÃO

O aumento no consumo médio de MS, PB, FDNcp, EE e CNF em resposta à suplementação sugerem um efeito associativo aditivo entre o consumo de forragem e suplemento (Moore, 1980). Este efeito aditivo está relacionado à composição morfológica e química da forragem e à composição dos suplementos. A oferta de forragem próxima de 6 t.ha^{-1} observada em todos os tratamentos, onde mais de 33% eram lâminas foliares, indica que não houve restrição no consumo de forragem devido à elevada oferta total e de folhas. Além disso, a adequada composição química da forragem com baixas frações indigestíveis (FDNi=14,8% e fração C da PB=8,3%) e elevados teores de PB (16,4%) e consumo de NDT (3,92 kg.dia^{-1}) geraram elevados consumo e digestibilidade da MS e nutrientes, potencializadas por meio do uso da suplementação. Casagrande (2010) trabalhando na mesma área com diferentes alturas de manejo e suplementação mineral ou proteico energética na estação chuvosa, também observaram efeito aditivo entre os tratamentos com suplementação de mistura mineral ou 0,3%PC, corroborando tal fato observado no presente estudo.

Pastos com elevado teor de proteína solúvel permitem maior eficiência do consumo com suplementação energética ou proteico energética, pois um excessivo consumo de proteína, sem adequação energética, pode proporcionar significativa perda de nitrogênio pela urina (RUSSELL et al 1992, POPPI e McLENNAN, 1995). O elevado consumo de PB se deu devido ao teor de PB dos pastos e do concentrado, considerando que os animais ingeriram 0,3% PC de suplemento, resultando em média em 370 g de consumo adicional de PB em relação ao tratamento controle (MM). É importante salientar que o suplemento foi inserido direto no rúmen, garantindo desta forma que efetivamente os 0,3% do PC fossem ingeridos pelos animais. Em trabalhos conduzidos em condições semelhantes, Oliveira et al. (2015) e Barbero et al. (2015) observaram elevados desempenhos em animais recriados na mesma área experimental, porém, pastos manejados em diferentes alturas recebendo mistura mineral apresentam ganho de peso linear à medida que aumenta a altura do pasto. Tal fato se deve ao aumento da oferta de forragem em pastos mais altos e, consequentemente, do consumo de matéria seca total pelos animais. Pode-se propor, portanto, que maiores consumos de nutrientes resultam em maiores ganhos de peso.

Verificou-se aumento no consumo de FDNcp, provavelmente devido ao maior consumo de forragem e à ingestão de suplemento, que mesmo composto, principalmente por ingredientes concentrados, possui moderado teor de FDNcp (11,0 %MS). A despeito de não se observar diferença significativa (P=0,382) no consumo de forragem, entre o tratamento MM e os demais tratamentos, pode-se concluir que tal fato ocorreu devido ao consumo do suplemento e também pelo pasto.

Em diversos estudos com forrageiras tropicais há influência de fatores não-nutricionais (POPPI et al., 1987), como altura do dossel, massa total de forragem, oferta de folhas verdes no consumo de animais em pastejo. No presente estudo observaram-se elevada oferta de forragem total média, assim como considerável oferta de folhas entre os períodos, de 810 kg.animal^{-1} e 280 kg.animal^{-1}, respectivamente. Com tais ofertas de forragem e de folhas e a altura de manejo de 25 cm pressupõe-se que o pasto apresentava elevada densidade. Portanto, verifica-se que não houve limitação de consumo devido à estrutura e oferta do pasto.

Não houve diferenças significativas nos valores de digestibilidade aparente devido à alta qualidade da forragem utilizada no experimento, caracterizada por elevada oferta de forragem e baixas frações indigestíveis da mesma (FDNi e fração C da proteína). Os suplementos foram formulados para atender o ambiente ruminal e fornecer proteína *bypass* ao animal, principalmente os tratamentos 50DDG e 100DDG, pois nestes havia inclusão de DDGS, ingredientes com valores mais elevados de PNDR. Pode-se observar que os pastos utilizados no experimento apresentam altos teores das frações proteicas A, 36,95% PB, e B1+B2, 35,02% PB, as quais são mais rapidamente degradáveis no rúmen. Os suplementos dos tratamentos FA, 50DDG e 100DDG apresentaram 18,0%PB, 11,43%PB e 11,39%PB da fração A e 35,15%PB, 49,72%PB e 52,66%PB das frações B1+B2, respectivamente, comprovando que os tratamentos com inclusão de DDGS possuem menor concentração da fração “A”, mais degradável no rúmen que as demais, fornecendo maior quantidade de PNDR à dieta dos animais. Todavia a digestibilidade da MS e nutrientes não foi prejudicada pela falta de PDR, comprovando que o ambiente ruminal estava em condições adequadas para a fermentação.

A ausência de diferença significativa no pH ruminal entre os animais que receberam os diferentes tratamentos se deu pela quantidade de suplemento fornecida aos animais não ser suficiente para causar quedas expressivas de pH ruminal, mesmo os suplementos contendo quantidade elevada de carboidratos não estruturais, de rápida degradação e intensa liberação de ácidos orgânicos. A composição química da forragem, assim como o consumo e digestibilidade apresentados pelos animais foram os motivos de não haver diferenças entre os animais dos diferentes tratamentos na produção total de AGCC, nas proporções de acetato, propionato e butirato em relação ao total, tal qual na relação acetato/propionato. A principal fonte de AGCCs é a fermentação ruminal de carboidratos estruturais e não-estruturais (BERGMAN et al., 1990). Tal fato é comprovado no presente estudo visto que não houve limitações dietéticas para a fermentação ruminal mesmo no tratamento controle MM, pois a qualidade da forragem utilizada no experimento foi elevada, o que garantiu adequada produção de AGCC, e pode ser verificado analisando os valores médios da composição do pasto em relação aos teores de FDNcp e FDNi, de 55,45% e 14,42%, mostrando elevado teor da fração fibrosa potencialmente digestível, além dos elevados consumos de forragem (valor médio de 6,76 kg.dia^{-1} entre os tratamentos) e digestibilidades do FDNcp (valor médio de 69,2%) apresentados em todos os tratamentos.

Observando os dados de síntese de proteína microbiana nota-se que, quando os valores são expressos de forma absoluta em kg.dia^{-1} não há diferença significativa, porém, quando eles são apresentados em gPMIC.kg NDT^{-1}, há diferença significativa (P=0,051) no contraste entre MM e (FA+50DDG+100DDG). Este fato observado se deve à adição de suplementos, pois, mesmo não significativamente diferentes, aumentaram os consumos de NDT dos respectivos tratamentos (3,92 kg.dia^{-1} no tratamento MM contra 4,53 kg.dia^{-1} nos tratamentos com suplementos). Portanto, quando a síntese de proteína microbiana é expressa em gPMIC.kg NDT^{-1}, os dados do MM foram superiores estatisticamente em relação aos demais tratamentos devido ao mesmo consumo de NDT. Todavia tal fato não se verifica quando a síntese de proteína microbiana é analisada em valores diários absolutos.

No balanço de nitrogênio houve significância no contraste MM vs (FA+50DDG+100DDG), com valores de 70,33 g.dia^{-1} e 137,48 g.dia^{-1},

respectivamente, devido ao fato dos animais dos tratamentos que receberam suplementos apresentaram maior retenção de nitrogênio do que aqueles do controle em valores absolutos, porém quando o balanço foi expresso em porcentagem do ingerido não há diferença significativa, tal fato confirma que em FA, 50DDG e 100DDG tanto a retenção como a ingestão foram maiores, quando comparado aos animais do MM.

O suplemento, como fonte de PNDR, forneceu proteína absorvível no intestino dos animais, justificando a maior retenção de nitrogênio, visto que quando há excesso de nitrogênio no rúmen este é absorvido, seguindo via corrente sanguínea e é excretado na forma de ureia na urina (RUSSELL et al., 1992).O pasto adubado apresenta altos teores das frações mais rapidamente degradáveis no rúmen, portanto os 3 suplementos forneceram proteína *bypass* à dieta, porém em diferentes proporções, o que o pode ser verificado pelos diferentes valores de fração “A” dos suplementos (18,0%PB, 11,4%PB e 11,3%PB, para os suplementos FA, 50DDG e 100DDG, respectivamente).

Segundo Poppi & McLennan (1995), 160gPB.kg^{-1} de matéria orgânica digestível (MOD) otimizam a atividade do ambiente ruminal, enquanto que valores acima de 210gPB.kg MOD^{-1}causam perdas de nitrogênio.Os tratamentos MM, FA, 50DDG e 100DDG resultaram em 257 gPB.kg MOD^{-1}, 268gPB.kg MOD^{-1}, 286gPB.kg MOD^{-1} e 284gPB.kg MOD^{-1} respectivamente, portanto todos os tratamentos propiciaram perdas de nitrogênio. Detmann et al. (2014) afirmam que a utilização da suplementação proteica ou proteica energética no período das águas deve ser avaliada perante a composição do pasto, principal fonte de alimento de animais em pastejo, e que respostas positivas seriam obtidas em pastos de até 22,5% PB. Detmann et al. (2009) afirmam que concentrações de nitrogênio amoniacal (N-NH_3) abaixo de 8mg.dL^{-1} causam deficiência na fermentação ruminal, e de acordo com Detmann et al. (2014) essa concentração seria observada em dieta com aproximadamente 10% PB. Com base nestes critérios, não haveria limitações na fermentação ruminal, pois nenhum tratamento apresentou média de N-NH_3 abaixo de 14,2mg.dL^{-1}, fato verificado pelos valores de PB das dietas em todos os tratamentos (pasto + mistura mineral ou suplemento proteico energético) serem maior que 10%. Mesmo não chegando ao valor de 22,5% os pastos presentes no experimento possuem elevados valores de PB (valor médio de 16,4%). Por isso o

excesso de PB em relação à MOD observada em todos os tratamentos pode ser corrigido com o fornecimento de suplementos energéticos, como forma de aumentar a MOD sem grandes alterações na PB, fazendo com que a relação $PB.MOD^{-1}$ retorne a patamares onde não há excesso de proteína.

Houve tendência à linearidade no balanço de nitrogênio dos tratamentos suplementados (P=0,130; Tabela 7).Isto se deve à inclusão de DDGS, ingrediente com altos teores de PNDR, ser crescente nos tratamentos de FA a 100DDG, portanto há menos nitrogênio degradável no rúmen sujeito a perdas por meio da excreção de ureia na urina. Tal cenário pode ser confirmado pelos valores de nitrogênio amoniacal cuja análise estatística apresentou efeito linear significativo entre os tratamentos com fornecimento de suplemento.

O consumo de PB pelos animais no presente experimento foi de 0,970 e 1,340 $kg.dia^{-1}$ e a síntese de proteína microbiana foi de 472 e 446 $kg.dia^{-1}$ nos tratamentos MM e FA+50DDG+100DDG, respectivamente. Segundo o BR-Corte (2016) a exigência de PB de um Nelore macho inteiro com PC de 350 kg é de 0,856 e de 0,984 kg/animal/dia, e de produção de proteína microbiana de 0,541 e de 0,613 kg/animal/dia para desempenho de 0,832 e de 1,092 kg/dia, ganhos observados por Hoffman (2016, dados não publicados) em estudo concomitante ao presente estudo nos mesmos tratamentos MM e FA+50DDG+100DDG. Desta forma, os consumos de PB observados neste experimento supriram a exigência para os ganhos de peso observados por Hoffman (2016, dados não publicados), por outro lado a síntese de proteína microbiana não seria suficiente para atingir tal desempenho, evidenciando os efeitos do fornecimento de PNDR através da suplementação, a fim de aumentar o suprimento de proteína metabolizável e suprir possíveis limitações de produção de proteína microbiana no rúmen.

Em estudo sobre a suplementação da dieta de animais em pastejo, outros autores também utilizando capim Marandu observaram elevados ganhos, como Da Silva et al. (2013), que, trabalharam com novilhas em altura de manejo de 40 cm na estação chuvosa, relataram GMD próximo a 1,0 kg/dia. Irrefutavelmente variações no valor nutritivo do pasto devem ser consideradas, pois esta característica é amplamente afetada pelo clima e por ações de manejo como adubações e mudanças na altura de manejo. Barbero et al. (2015), Koscheck (2016), em estudos

realizados na mesma área no período das águas, também com suplementação mineral e com suplemento protéico energético de 0,3% do peso corporal, evidenciaram ganhos individuais elevados de 0,843kg.dia^{-1} e 1,150 kg.dia^{-1} em animais mantidos também em pastejo contínuo com taxa de lotação variável, porém com diferentes alturas de manejo.

De modo geral os dados de consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio, síntese de proteína microbiana e parâmetros ruminais são condizentes com os ganhos observados no experimento concomitante realizados por Hoffmann (2016, dados não publicados).

5. CONCLUSÃO

O fornecimento de suplementos proteicos e energéticos com diferentes doses de inclusão de DDG para bovinos *Bos indicus* em pastagens no período das águas aumentaram o consumo total de MS e nutrientes e o melhoraram o balanço de nitrogênio, porém sem alterar a digestibilidade da MS e nutrientes ou os parâmetros ruminais (pH, teores de N-amoniacal e produção de AGCCs), assim como a síntese de proteína microbiana. A inclusão crescente de DDGS reduziu linearmente o teor de nitrogênio amoniacal do rúmen, sem afetar nenhuma outra variável avaliada.

Portanto é possível utilizar o DDGS em substituição ao farelo de algodão na suplementação de 0,3% no período das águas sem afetar os parâmetros metabólicos de bovinos em pastejo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO CAPÍTULO 2

AOAC. **Official Methods of Analysis**, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, 1990.

BARBERO, R. P.; MALHEIROS, E. B.; ARAUJO, T. L. R.; NAVE, R. L. G.; MULLINIKS, J. T.; BERCHIELLI, T. T.; RUGGIERI, A. C.; REIS, R. A.. Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bulls. **Animal Feed Science and Technology**, v. 209, p. 110-118, 2015.

BARBOSA, A. M., VALADARES, R. F.D., VALADARES FILHO, S.C., PINA, D.S., DETMANN, E., LEÃO, M.I. Endogenous fraction and urinary recovery of purine derivatives obtained by different methods in Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, v.89, p.510-519, 2011.

BERGMAN, E. N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiological Reviews**, v. 70, p. 567, 1990.

CASAGRANDE, D. R **Suplementação de novilhas de corte em pastagem de capim-marandu submetidas à intensidades de pastejo sob lotação contínua.** 2010. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal.

CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimento in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 335-342, 2008.

CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle basid on urinary excretion of purine derivatives-an overview of the technical details**. Ocasional publication. Buchsburnd Aberdeen. Ed. Rowett Research Institute. 21p, 1992.

DA SILVA, S.C.; GIMENES, F.M.A.; SARMENTO, D.O.; et al. Grazing behaviour, herbage intake and animal performance of beef cattle heifers on marandu palisade grass subjected to intensities of continuous stocking management. **Journal of Agricultural Science**, v. 151, p. 727-739, 2013.

DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; MANTOVANI, H.C.; et al. Parameterization of ruminal fibre degradation in low-quality tropical forage using Michaelis-Menten kinetics. **Livestock Science**, v.126, p.136-146, 2009.

DETMANN, E.; VALENTE, E.E.L.; BATISTA, E.D.; et al. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, v.162, p.141-153, 2014.

FAMME, P.; KNUDSEN, J. Total heat balance study of anaerobiosis in Tubiflex (Muller). **J. Comp. Physiol**. 154(B): 587-591, 1984.

FENNER, H. 1965. Method for determining total volatile bases in rumen fluid by steam destilation. **J. Dairy Sci.**, 48(4):249-251.

FLUHARTY, F.L., LOERCH, S.C., SMITH, F.E. 1994. Effects of energy density and protein source on diet digestibility and performance of calves after arrival at the feedlot. **J. Anim. Sci.**, 72:1616-1622.

KOSCHECK, J. F. W. **Intensificação do manejo do pasto e uso da suplementação nos parâmetros produtivos na recria e terminação de bovinos de corte.** 2016. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal.

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

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feeds with refluxing beakers or crucibles: collaborative study.**Journal AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.

MOORE, J.E.. Forage Crops. In: HOVELAND, C.S. (ed.). Crop Quality, Storage, and Utilization. **Crop Science Society of America**. Madison, Wisconsin. 1980

MOTT, G. O.; LUCAS, H. L. The design conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: International Grassland Congress, 6, 1952, Pensylvania. **Proceedings …**Pensylvania State College, 1952. p.1380-1395.

OLIVEIRA, A. P.; CASAGRANDE, D. R.; BERTIPAGLIA, L. M. A.; BARBERO, R. P.; BERCHIELLI, T. T.; RUGGIERI, A. C.; REIS, R. A. Supplementation for beef cattle on Marandu grass pastures with different herbage allowances. **Animal Production Science**, Canberra City, v. 53, n. 1, p. 1-7, 2015.

PAULINO, M.F.; ACEDO, T.S; SALES, M.F.L. et al. Suplementação como estratégia de manejo das pastagens. In: VOLUMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES: VALOR ALIMENTÍCIO DE FORRAGENS. Jaboticabal**. Anais**... p.87-100, 2003.

PAULINO, M.F.; ZAMPERLINI, B.; FIGUEIREDO, D. M.; MORAES, E.H. B. K.; FERNANDES, H.J.; PORTO, M.O.; SALES, M.F.L.; PAIXÃO, M.L.; ACEDO, T.S.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Bovinocultura de precisão em pastagens. In: Simpósio internacional de produção de gado de corte, 1., Viçosa, MG. **Anais…** 2006, p.361-411.

POPPI, D. P.; HUGHES, T. P.; L'HUILLIER, P. J. Intake of pasture by grazing ruminants. In: NICOL, A. M. (Ed.). **Livestock feeding on pasture**. Hamilton: New Zealand Society of Animal Production. 7. p. 55-64. (Occasional publication, no 10). 1987.

POPPI, D.P.; McLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, v.73, p.278-290, 1995.

RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.

SAS Institute. 2008. „**SAS/STAT 9.2 user's guide**." (SAS Institute: Cary, NC).

SOLLENBERGER, L.E.; CHERNEY, D.J.R. Evaluating forage production and quality. In: BARNES,R.F.; MILLER, D.A.; NELSON, C.J. (Eds.) **Forages:the science of grassland agriculture.** Ames: University Press, 1995. v.2, p.97-110.

TJARDES, J.; Wright, C. Feeding corn distiller's co-products to beef cattle. **SDSUExtension Extra. Ex 2036**, Dept. of Animal and Range Sciences. p. 1-5, 2002.

VALADARES, R. F. D.; BRODERICK, G. A.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v. 82, p.2686-2696, 1999.

VALADARES FILHO, S. C., COSTA E SILVA, L. F., LOPES, S. A. et al. BR-CORTE 3.0. Cálculo de exigências nutricionais, formulação de dietas e predição de desempenho de zebuínos puros e cruzados. 2016. **Disponível em www.brcorte.com.br.**

VALENTE, T. N. P., E. Detmann, A. C. Queiroz, S. C. Valadares Filho, D. I. Gomes, and J. F. Figueiras. Evaluation of ruminal degradation profiles of forages using bags made from different textiles. **Revista Brasileirade Zootecnia.**40:2565-2573, 2011

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **JournalofDairy Science**, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P.J. 1994. **Nutritional ecology of the ruminants**. Corvallis, Oregon, O&B. Books. 476p.