

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
Campus de Jaboticabal - Departamento De Zootecnia

**EFICIÊNCIA DA SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE
ALGODÃO POR DDGs NA PRODUÇÃO DE BOVINOS DE
CORTE**

Alvair Hoffmann
Zootecnista

Jaboticabal - SP
2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
Campus de Jaboticabal - Departamento De Zootecnia

**EFICIÊNCIA DA SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE
ALGODÃO POR DDGs NA PRODUÇÃO DE BOVINOS DE
CORTE**

Alvair Hoffmann

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

Coorientador: **Prof. Dr. Jose Carlos Batista Dubeux Junior**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para o título de Doutor em Zootecnia.

Jaboticabal - SP
2019

FICHA CATALOGRÁFICA

| | |
|-------|--|
| H711e | Hoffmann, Alvair Eficiência da substituição do farelo de algodão por DDGs na produção de bovinos de corte / Alvair Hoffmann. -- Jaboticabal, 2019 84 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal Orientador: Ricardo A. Reis Coorientador: Jose C. B. Dubeux Junior 1. DDG. 2. Metano. 3. Pasto. 4. Recria. 5. Terminação. I. Título. |
|-------|--|

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: EFICIÊNCIA DA SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE ALGODÃO POR DDGs NA PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE

AUTOR: ALVAIR HOFFMANN

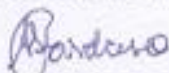
ORIENTADOR: RICARDO ANDRADE REIS

COORIENTADOR: JOSÉ CARLOS BATISTA DUBEUX JUNIOR

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



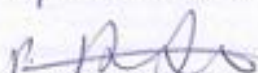
Prof. Dr. RICARDO ANDRADE REIS
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal



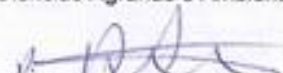
Pós-doutorando ABMAEL DA SILVA CARDOSO
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal



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



Prof. Adjunto EDUARDO HENRIQUE BEVITORI KLING DE MORAES (Videoconferência)
Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais / UFMT - Campus Universitário de Sinop/MT



Prof. Dr. WILTON LADEIRA DA SILVA (Videoconferência)
Departamento de Zootecnia-UFG / Goiânia/GO

Jaboticabal, 17 de janeiro de 2019

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ALVAIR HOFFMANN: Nascido em Ronda Alta, Rio Grande do Sul, em quatro de outubro de 1988, filho de Eliro Hoffmann e Tenira Hoffmann, ambos produtores rurais. É Zootecnista pela Universidade Federal de Mato Grosso, campus de Sinop (2013). Durante a graduação foi bolsista de iniciação científica CNPq e Fapemat (Fundação de amparo pesquisa do Mato Grosso). Em março de 2013 iniciou o curso de mestrado em Zootecnia pela mesma Instituição, com bolsa de estudos Fapemat, sob orientação do Prof. Dr. Eduardo Henrique Bevitori Kling de Moraes. Em de fevereiro de 2015 submeteu-se a defesa de dissertação e obteve o título de mestre em Zootecnia. Em março de 2015 iniciou o curso de doutorado no programa de pós-graduação em Zootecnia da FCAV-UNESP, Campus Jaboticabal, sendo bolsista CNPq, sob orientação do Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis.

DEDICAÇÃO

Aos meus pais e familiares pelo apoio e confiança, sempre.

Em especial à minha esposa Franciele, pela paciência, confiança, incentivo e por carregar em seu ventre uma das coisas mais importantes em nossas vidas, nossa filha Júlia.

...dedico

A DEUS

...ofereço

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por permitir a conclusão desse trabalho.

A meus pais Eliro e Tenira, minha irmã Celiandra, meus sogros Zenita e Adão e todos os familiares de que incentivaram e apoiaram.

À minha esposa pela confiança e incentivo, sendo grande responsável para obtenção desse título.

À UNESP pela oportunidade de realização do curso Doutorado em Zootecnia.

Ao meu orientador Ricardo Andrade Reis pela excelente orientação, confiança depositada, atenção, broncas e pelo exemplo de profissionalismo e pessoa, obrigado pela oportunidade da realização dessa tese, pelo apoio companheirismo e conhecimento a mim oferecido ao longo dessa grande caminhada.

Ao professor Dr. Euclides Braga Malheiros pelos ensinamentos e auxílio nas análises estatísticas da pesquisa.

A equipe de trabalho: Gustavo, Rafael, André (Gaguinho), Vitor (Bocoió), Natália (Fiona), Aline, Gabriela, Ariana, Luma, Maria Luisa (Benta), muito obrigado pela ajuda e companheirismo.

Aos amigos e colegas: Tiago (Pato Branco), Jefferson, Rhaony (Zé Mayer), Diego, Tiago (gaúcho), Lutti, Pablo, Fagner, Erick (Devasso), Fernando (Nandinho), Adriana (Lorpa), Eliéder (Macumbinha), Luis Gustavo (Belo), Débora, Luíza pela ajuda e convivência, muito obrigado.

A Dra. Ana e seu Orlando, que tanto me auxiliaram e ajudaram no laboratório - LANA. Obrigado pela paciência.

Aos professores e pesquisadores de pós-graduação da UNESP-Jaboticabal, por todos os ensinamentos.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa.

A FUNEP pelo apoio financeiro para compra dos animais e FEPE pelo fornecimento dos ingredientes para uso na alimentação dos animais.

Aos funcionários da Fazenda, Transporte e Manutenção da UNESP por toda a ajuda prestada.

A Trouw Nutrition (Bellman) pela parceria e doação dos concentrados.

À todos que não mencionei mas que de alguma forma contribuíram e me apoiaram nessa longa jornada, que será daqui em diante, apenas mais um degrau conquistado, mas com muito esforço e dedicação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

MUITO OBRIGADO!

Sumário

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO 1 - EFICIÊNCIA DA SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE ALGODÃO POR DDG NA PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE..... | xi |
| 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS | 1 |
| 1.1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.2. REVISÃO DE LITERATURA..... | 2 |
| 1.3. LITERATURA CITADA..... | 21 |
| CAPÍTULO 2 - ASPECTOS PRODUTIVOS, METABÓLICOS E AMBIENTAL DA SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE ALGODÃO POR DDG DURANTE A RECRIA DE BOVINOS EM PASTEJO | 27 |
| 2.1. INTRODUÇÃO | 29 |
| 2.2. MATERIAL E MÉTODOS..... | 30 |
| a) <i>Local e área experimental</i> | 31 |
| b) <i>Animais, tratamentos e delineamento experimental</i> | 32 |
| c) <i>Massa de forragem, composição morfológica e oferta de forragem</i> | 33 |
| d) <i>Valor nutritivo</i> | 35 |
| e) <i>Parâmetros nutricionais e metano entérico</i> | 36 |
| f) <i>Desempenho dos animais</i> | 39 |
| g) <i>Análises estatísticas</i> | 40 |
| 2.3. RESULTADOS e DISCUSSÃO..... | 40 |
| 2.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 55 |
| 2.5. LITERATURA CITADA..... | 55 |
| CAPÍTULO 3 - ASPECTOS NUTRICIONAIS E PRODUTIVOS DA SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE ALGODÃO POR DDG NA TERMINAÇÃO DE BOVINOS EM PASTO OU CONFINAMENTO | 62 |
| 3.1. INTRODUÇÃO | 64 |
| 3.2. MATERIAL E MÉTODOS..... | 66 |
| a) <i>Local e Área experimental</i> | 66 |
| b) <i>Terminação em confinamento</i> | 67 |
| c) <i>Terminação em pasto</i> | 68 |
| d) <i>Amostras de forragem, sobras e volumoso</i> | 69 |
| e) <i>Consumo e Digestibilidade dos Nutrientes</i> | 71 |
| f) <i>Desempenho produtivo</i> | 72 |
| g) <i>Análises estatísticas</i> | 73 |
| 3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 73 |
| 3.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 82 |
| 3.5. LITERATURA CITADA..... | 83 |

CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

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

**CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS****CERTIFICADO**

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

CAPÍTULO 1 - EFICIÊNCIA DA SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE ALGODÃO POR DDG NA PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE

Resumo - Objetivou-se avaliar o uso do DDG (“dried distiller’s grains”) em substituição ao farelo de algodão nas fases de recria e terminação de bovinos de corte, quanto ao consumo, digestibilidade, desempenho e emissão de metano entérico. Na fase de recria durante o período das águas os animais foram mantidos em lotação contínua em pastos de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, manejados em 25 cm de altura, submetidos a suplementação de 0,3% do peso corporal com diferentes suplementos: SM-suplemento mineral (*ad libitum*); FA- suplemento convencional com farelo de algodão como fonte proteica; 50DDG- suplemento com substituição de 50% da fonte proteica do FA por DDG e 100DDG- suplemento com substituição de 100% da fonte proteica do FA por DDG. Foram utilizados 81 tourinhos da raça Nelore, sendo adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e três repetições (piquetes) por tratamento ($n = 12$). Na fase de terminação durante o período seco do ano os animais foram avaliados em dois sistemas de terminação (Pasto x Confinamento). No sistema pasto, trinta e três animais foram terminados em regime de pastejo, recebendo suplementação com fornecimento de 1,5% do PC (peso corporal). No sistema confinamento, trinta e seis animais foram terminados em confinamento com baias coletivas. A dieta de terminação no confinamento foi constituída por silagem de milho como volumoso (30% com base na matéria seca) e concentrado (70% com base na MS). Os suplementos na fase de terminação seguiram a mesma denominação do período de recria, sendo excluído o SM (suplemento mineral). Na terminação foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com esquema fatorial 2x3 sendo dois sistemas de terminação e 3 dietas. Na fase de recria durante o período das águas, a massa de forragem foi 6,03 t.ha⁻¹. Os suplementos não afetaram o consumo de nutrientes. A produção de metano foi menor no FA. Não houve diferença na eficiência microbiana e no uso do nitrogênio. Na fase de terminação o sistema de terminação e os suplementos influenciaram o consumo de matéria seca. A digestibilidade dos nutrientes foi menor no sistema de terminação em pasto. O peso corporal final, ganho de peso vivo e de carcaça foram maiores no sistema de terminação em confinamento. O ganho de peso dos animais não diferiu ($P > 0,10$) quando se comparou a substituição do farelo de algodão pelo DDG em ambas as fases, recria e terminação. A substituição do farelo de algodão pelo DDG não altera os resultados produtivos independentes do sistema de produção e fase de crescimento animal (recria e terminação).

Palavras-chave: DDG, Metano, Pasto, Recria, Suplementação, Terminação.

CHAPTER 1 - EFFICIENCY OF COTTON SEED MEAL REPLACED BY DRY DISTILLER GRAINS IN BEEF CATTLE PRODUCTION

Abstract - The study aimed evaluate the replace of cotton seed meal by DDG (dry distiller grains) during rearing and finishing phases of beef cattle production in tropical pasture condition, in relation to intake, digestibility, performance and methane enteric emission. At rearing phase, during the wet season the animals were maintained in a *Urochloa brizantha* cv. Marandu pasture. Animals were submitted to different supplementations schedules: SM mineral mix (*ad libitum*); FA conventional cotton meal as protein source; 50DDG- supplement with 50% replacing FA protein source by DDG, and 100DDG- supplement with 100% replacement of FA protein source by DDG. Eighty-one Nellore young bulls were used, the experimental design was a completely randomized design, with four treatments and three replications (paddock) per treatment (n = 12). At finishing phase during the dry period were evaluated two finishing systems, pasture and feedlot. During dry season, the finishing developed in grazing system, used thirty-three animals, which were maintained in Marandu grass pasture receiving supplementation (1.5% BW (body weight)). The other system during finishing was feedlot, where were used thirty-six animals kept in collective pens. Finishing diet used in feedlot contained 30% DM (dry matter) of corn silage and 70% DM of concentrate. Supplements evaluated during this phase were the same used at rearing period, excluding SM (mineral mix). At the finishing phase, a completely randomized design in a 2x3 factorial scheme was evaluated (two finishing systems and three diets). The rearing phase during wet period had forage mass value 6.03 t.ha⁻¹. There was no difference in the stocking rate (P = 0.794) among treatments, mean value was 5.73 UA ha d⁻¹. Methane production measured in kg of CH₄. kg of weight gain⁻¹ was lower in FA supplement. There was no difference in the efficiency of microbial synthesis and nitrogen use (P > 0.05). Supplementation with 0.3% BW increases animal performance and system productivity. DDG can replace 100% of the protein source of the grazing supplement. Animals daily weight gain animals did not differ (P > 0.10) when compared cottonseed meal supplement and DDG in both phases, rearing and finishing. Substitution of cottonseed meal by DDG does not alter the animal performance results, independently of the supplements protein sources and animal growth phase (rearing or finishing).

Keywords: finishing, methane, pasture, rearing, supplementation

1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção nacional de bovinos de corte são caracterizados pela exploração das pastagens com baixo uso de tecnologia, o que compromete a produtividade. Frente a este entrave, alternativas como o correto manejo do pasto, o uso estratégico da adubação e suplementação, bem como o uso do confinamento, são algumas das tecnologias utilizadas para melhorar a eficiência e eficácia do sistema aumentando a produtividade (ROMANZINI et al., 2018a).

O uso de suplementação na dieta constitui uma estratégia importante com intuito de 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 pasto (POPPI & McLENNAN, 2007).

De acordo com pesquisas conduzidos em pastagens de gramíneas tropicais (REIS et al., 2009; OLIVEIRA, 2014; BARBERO et al., 2015; RHOT et al., 2018) o uso da suplementação durante o período das águas tem demonstrado resposta positiva, 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).

Assim a suplementação com ingredientes com maior quantidade de proteína não degradada no rúmen (PNDR), melhoraria o sincronismo de utilização da energia e proteína, aumentando a quantidade de proteína metabolizável disponível aos animais. Neste cenário, alguns co-produtos como o farelo de algodão e o DDG são interessantes por serem fontes com valores semelhantes de PNDR. O DDG (do inglês “dried distiller’s grains”) é um co-produto da produção de etanol a partir do milho e já tem expressiva importância no país. O DDG é

tradicionalmente utilizado nos Estados Unidos e demonstram efeito positivo da suplementação na melhora do ganho de peso corporal de bovinos em pasto (MORRIS et al., 2006; KLOPFENSTEIN et al., 2007; MacDONALD et al., 2007; LOY et al., 2008).

Um dos desafios para o uso de DDG é determinar o teor de nutrientes e os níveis de substituição do coproduto, os quais apresentam grande variação, dificultando a sua utilização na nutrição animal (TJARDES e WRIGHT, 2002).

. Contudo a eficiência dos níveis de substituição e as respostas de bovinos mantidos em pastagens formadas com capins tropicais ainda não foram descritos. Ainda existe uma lacuna de informações quanto as respostas em relação a contribuição das frações PNDR e da proteína microbiana nos sistemas de produção em pastagens tropicais, suplementados com fontes de proteína verdadeira.

Dessa forma é crescente no mundo a busca por ingredientes alternativos para formulações das dietas, visando principalmente à redução dos custos alimentares frente a produtos tradicionais como milho, soja e algodão, bem como a diminuição na competição por ingredientes utilizados na alimentação humana. Neste contexto, a utilização de DDG tem sido apontada como alternativa na nutrição animal.

Sendo a hipótese que o fornecimento de DDG melhora o desempenho dos animais

Objetivou-se avaliar o efeito da substituição do farelo de algodão por coproduto do milho (DDG) quanto a eficiência nos aspectos produtivos e metabólicos durante as fases de recria e terminação de bovinos de corte, bem como a caracterização da composição química dos alimentos utilizados.

1.2. REVISÃO DE LITERATURA

Um dos grandes entraves dos sistemas de produção de bovinos de corte, principalmente em regime de pastejo, é o fornecimento contínuo de nutrientes ao longo do ano, por meio do

consumo de forragem. Poppi et al. (1987) afirmam que o consumo de forragem se relaciona com os fatores não nutricionais (massa de forragem, oferta e altura), apresentando menor resposta quanto aos fatores nutricionais (valor nutritivo). Sollenberger e Vanzant (2011) concluíram que 60 a 90% das variações referentes ao desempenho de animais em pastejo são explicados pela oferta de forragem. Desta forma, quando a oferta de forragem não é limitante ao consumo, cerca de 50% das variações observadas são explicadas pelo valor nutritivo.

De acordo com o modelo proposto por Mott (1960), baixas taxas de lotação resultam em elevada oferta de forragem e alto desempenho individual, porém, com baixa produtividade. Entretanto, altas taxas de lotação resultam em baixa oferta de forragem, comprometendo o desempenho, porém, com elevada produtividade, desde que se tenha ganho de peso por animal. A altura de pastejo bem como a oferta de forragem modulada pela taxa de lotação promovem mudanças na estrutura do pasto bem como flutuações no valor nutritivo da forragem disponível (Casagrande et al., 2011).

No período das águas, pastos manejados sobre maior intensidade de pastejo possuem maiores teores de proteína, menor teor de fibra e maior digestibilidade (REIS et al., 2009). De acordo com Da Silva (2004), pastos de capim-marandu manejados sob lotação contínua devem ser manejados com alturas entre 20 a 40 cm, dependendo das metas de desempenho animal e produtividade almeçadas. Corroborando a informação, Casagrande et al., 2011; Santana et al., 2016, indicaram a altura de 25 cm como sendo a mais indicada em sistemas de lotação contínua, pois proporciona alto valor nutritivo aliado as características estruturais do perfilho com adequada oferta de forragem permitindo melhor produtividade animal. Contudo, a altura de pastejo não deve ser o único fator levado em consideração, pois a estrutura do pasto pode ser diferente em uma mesma altura. Todavia é de extrema importância ter uma relação entre densidade do pasto com altura, definindo assim a estrutura adequada de pastejo para melhorar o desempenho e produtividade do sistema (SANTANA et al., 2016).

Conforme exposto por Mott (1960), obter o máximo desempenho animal e máxima produtividade simultaneamente é impossível, porém a eficiência dos sistemas estaria no equilíbrio entre ambos. Portanto, o correto manejo dos pastos permite o ajuste da massa de forragem e a taxa de lotação com intuito de controlar, simultaneamente a qualidade e a quantidade de forragem disponível ao consumo animal (REIS et al., 2009). Todavia, a combinação entre adequada oferta de forragem e suplementação pode ser a chave para alcançar a máxima eficiência de produção, equilibrando o desempenho individual com produtividade do sistema, além de manter a condição ótima em relação a taxa de lotação e assim garantir a persistência da pastagem (BARBERO et al. 2015).

Contudo, a suplementação deve estar aliada com o correto manejo do pastejo, pois, segundo Casagrande et al. (2011) e Valente et al. (2014), existe um ganho potencial de aproximadamente $250 \text{ g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, que pode ser acrescentado pelo manejo adequado bem como pela suplementação proteica energética durante o período das águas. Por outro lado, o tipo e a quantidade, de suplemento propiciam diferentes respostas no desempenho dos animais, pontuando assim a importância do correto manejo do pastejo de forma a se conhecer qualitativa e quantitativamente o que se disponibiliza aos animais via forragem.

Reis et al. (2009); Barbero et al., (2015); Koschek, (2017), analisaram a resposta do desempenho animal em função da suplementação da dieta com concentrado em pastos mantidos com diferentes alturas observaram que a suplementação com 0,3 % 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. Portanto, os regimes de suplementação têm que ser ajustados de acordo com as características quantitativas e qualitativas de forragem disponível e objetivo a ser alcançado.

O sucesso da suplementação em termos de ganhos por animal e por área, deve ser associada ao retorno econômico da atividade. Desta forma, a avaliação da utilização de

coprodutos da agroindústria é de extrema importância para se quantificar a eficiência biológica, econômica e ambiental dos sistemas de produção. Em decorrência de conjunturas de mercado, no Brasil há uma expressiva demanda por álcool anidro, o qual é produzido, principalmente a partir da cultura da cana-de-açúcar com grande eficiência agrônômica e econômica. Todavia, a produção de álcool a partir de cereais (milho principalmente), resulta na produção de coprodutos, denominados DDG (“dried distiller’s grains”) que apresentam valor nutricional que permite sua utilização na nutrição de animais domésticos, monogástricos e ruminantes (DDG USER HANDBOOK 2012).

No Brasil, a utilização de DDG na alimentação de ruminantes começou de maneira leniente, devido a produção de etanol ser quase em sua totalidade advinda da cana-de-açúcar, pois a quantidade desse biocombustível obtida por unidade de área possui resultados bastante superiores às demais culturas utilizadas como substrato (Leite e Cortez, 2004), o que diminui a disponibilidade de DDG no mercado. Porém, segundo estimativas da União da Indústria de cana-de açúcar (Unica) o Brasil precisará de 100 novas usinas de etanol até 2020 para atender a demanda interna do combustível. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a oferta de milho no Brasil é bem superior ao consumo interno, o que poderia torná-lo um excelente produto na produção de etanol. Indústrias que utilizam o milho para produção do etanol já começaram a funcionar no Brasil, disponibilizando DDG ao mercado. As usinas podem adotar a estratégia de produção de álcool de milho nos períodos de entre safra da cana de açúcar, ou exclusiva de milho, que é o caso da “FS Bioenergia” que foi inaugurada em 2017, no município de Lucas do Rio Verde – MT.

De acordo com a Sociedade Nacional de Agricultura (2014) foram produzidos no Brasil cerca de 11 milhões de litros de etanol provenientes de 29 mil 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 é a facilidade na armazenagem do grão no período de entressafra da cana, e o excesso de produção com baixo custo do milho nessa região.

Após a produção do etanol, processo no qual o milho é convertido em álcool por meio da moagem seca, fermentação e posterior destilação, obtém-se o DDG. 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). Após a centrifugação os resíduos são separados em frações: hidrossolúvel, lipídica e sólida (o DDG) (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 DDG por tonelada de grão seco inserido no sistema (WYMAN, 1996).

Devido ao processamento do milho, as concentrações de proteína, gordura, fibra, e fosforo no DDG são aumentados aproximadamente 3 vezes (SPIEHS et al., 2002), tornando-o pobre em amido, mas rico em proteína e fibra em detergente neutro (FDN) de fácil digestão, (LODGE et al., 1996), podendo representar uma fonte viável de energia e proteína suplementar às dietas de bovinos em pastejo.

Um dos desafios para o uso de DDG é determinar o teor de nutrientes e os níveis de substituição do coproduto, os quais apresentam grande variação, dificultando a sua utilização na nutrição animal (TJARDES e WRIGHT, 2002). Os teores de nutrientes nos diferentes lotes de DDG são variáveis em função da variedade e qualidade dos grãos processados, das condições do solo, adubações, irrigação, produção e métodos de colheita, além de fatores relacionados ao processamento nas diferentes usinas. Resultados demonstram variações de 25 a 32% de PB, 43 a 53% de proteína não degradada no rúmen (PNDR), 39 a 45% de FDN, 8,8 a 12,4% de lipídeos e 85 a 90% de nutrientes digestíveis totais (NDT) em trabalhos com gado de corte (TJARDES & WRIGHT, 2002).

Portanto, diante da possível expansão deste seguimento da agroindústria, e consequente aumento da produção deste coproduto, pesquisas nas condições brasileiras utilizando os DDG em substituição aos alimentos convencionais de dietas dos ruminantes se fazem necessárias. Por essas características o DDG vem se tornando um alimento cada vez mais promissor, apontado como alternativa na nutrição animal, com resultados consolidados já apresentados por Klopfenstein et al., 2008 e Griffin et al., 2012. Essas substituições não devem causar efeitos negativos no desempenho animal e devem ser ambientalmente sustentáveis.

O processo de produção de etanol a partir do milho é o processo adotado nos Estados Unidos. Existem duas rotas possíveis conhecidas como Dry Milling, que seria uma moagem a seco (figura 1) ou a rota Wet Milling, moagem molhada ou com água.

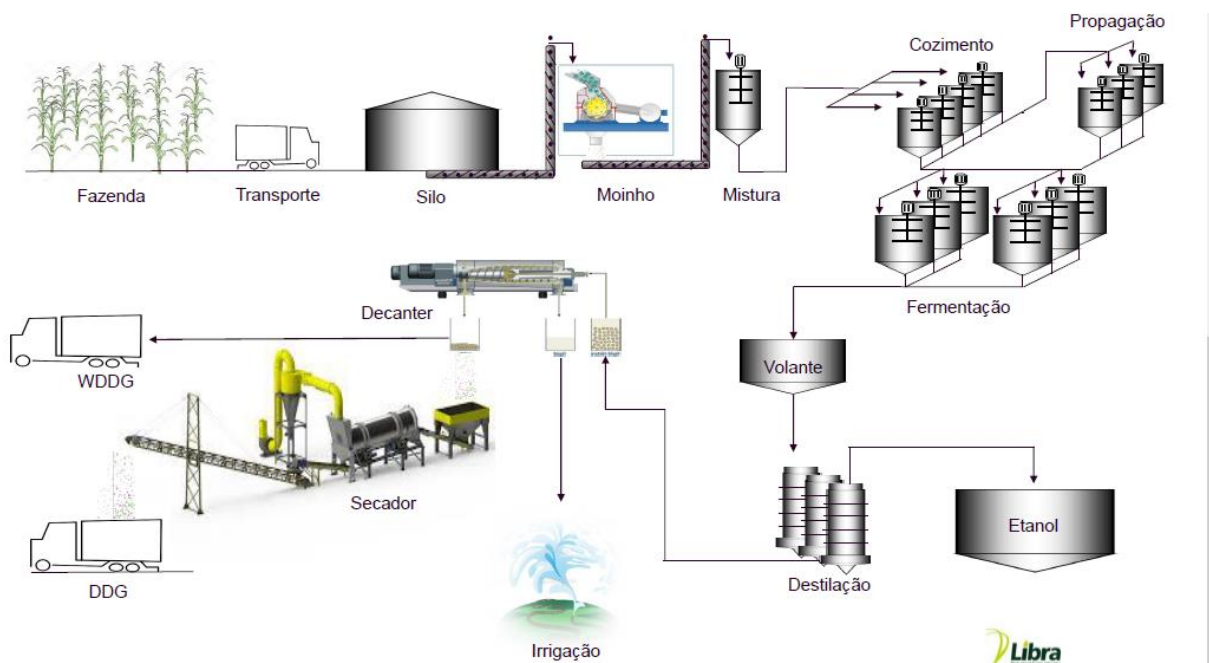


Figura 1. Fluxograma de produção de etanol a partir de cereais. (Usina libra).

No processo de trituração é importante que a espessura das partículas de milho tenha uma distribuição uniforme, uma vez que a porcentagem final de conversão do etanol depende dele.

Partículas muito pequenas facilitam as etapas de liquefação e cozimento, mas dificultam a separação dos subprodutos (DDG) da água e etanol. Porém, partículas muito grandes permitem uma melhor separação na etapa de centrifugação evitando que parte da corrente que volta ao sistema de liquefação tenha grande quantidade de sólidos suspensos, melhorando o funcionamento da etapa de liquefação e cozimento, mas resultam menor produção de etanol.

A próxima etapa do processamento é a gelatinização, cozimento e em seguida liquefação. O milho moído é encaminhado a um tanque de mistura ou misturador onde adiciona-se água e enzima com aquecimento. Nesse momento ocorre a absorção de água pelo amido do milho e enquanto a temperatura da mistura é aumentada, a viscosidade também aumenta, onde é inserida a enzima. Essa fase é conhecida como gelatinização, onde a α -amilase, obtida a partir de bactérias, hidrolisa a molécula de amido em moléculas menores que em seguida são processadas pela enzima glucoamilase produzindo uma mistura com menor viscosidade.

Posteriormente vem o cozimento, onde ocorre adição de vapor na passagem da solução pelo equipamento. A temperatura da solução sobe até 110°C para que ocorra o cozimento da solução. Esse ponto auxilia a diminuição da aderência da solução e também na eliminação de contaminantes microbiológicos. Com o súbito aumento de temperatura a enzima é desativada perdendo sua capacidade de processamento do substrato (amido). A substância é destinada a tanques de cozimento e permanecem por volta de 30 minutos. Em seguida a solução desloca-se a um tanque *flash* onde a pressão da mistura é bruscamente diminuída ocasionando a separação do vapor de água do restante da mistura. Esse vapor precisa voltar ao processo ou à caldeira para reaproveitamento de energia. A solução restante é conduzida aos tanques de liquefação onde novamente acrescenta-se a enzima α -amilase.

Essa enzima fornece cadeias menores de amido quebrando a molécula aleatoriamente em ligações α - (1-4) ou α - (1-6) com objetivo de formar moléculas solúveis em água chamadas dextrinas. Depois a solução é resfriada para as próximas etapas do processo. Um critério

importante do processo é medir a quantidade de dextrinas produzidas na liquefação. Essa etapa facilita o cálculo da produção esperada de etanol e o ponto de parada dele, pois quanto maior a quantidade dextrinas maior a conversão em açúcares fermentescíveis e, portanto, mais etanol produzido.

A excessiva exposição da mistura à enzima amilase forma moléculas indesejáveis, que nas próximas etapas não são processadas, diminuindo então a eficácia do processo.

Assim o processo pode adotar dois caminhos diferentes. Primeiro realizar a etapa de sacarificação e depois a etapa de fermentação. Assim sendo devem ter tanques para adição da enzima glucoamilase (obtida a partir de fungos) à solução que transformará as moléculas dextrinas em açúcares fermentescíveis e depois outros tanques para adição de levedura à solução obtida na liquefação para produção de álcool.

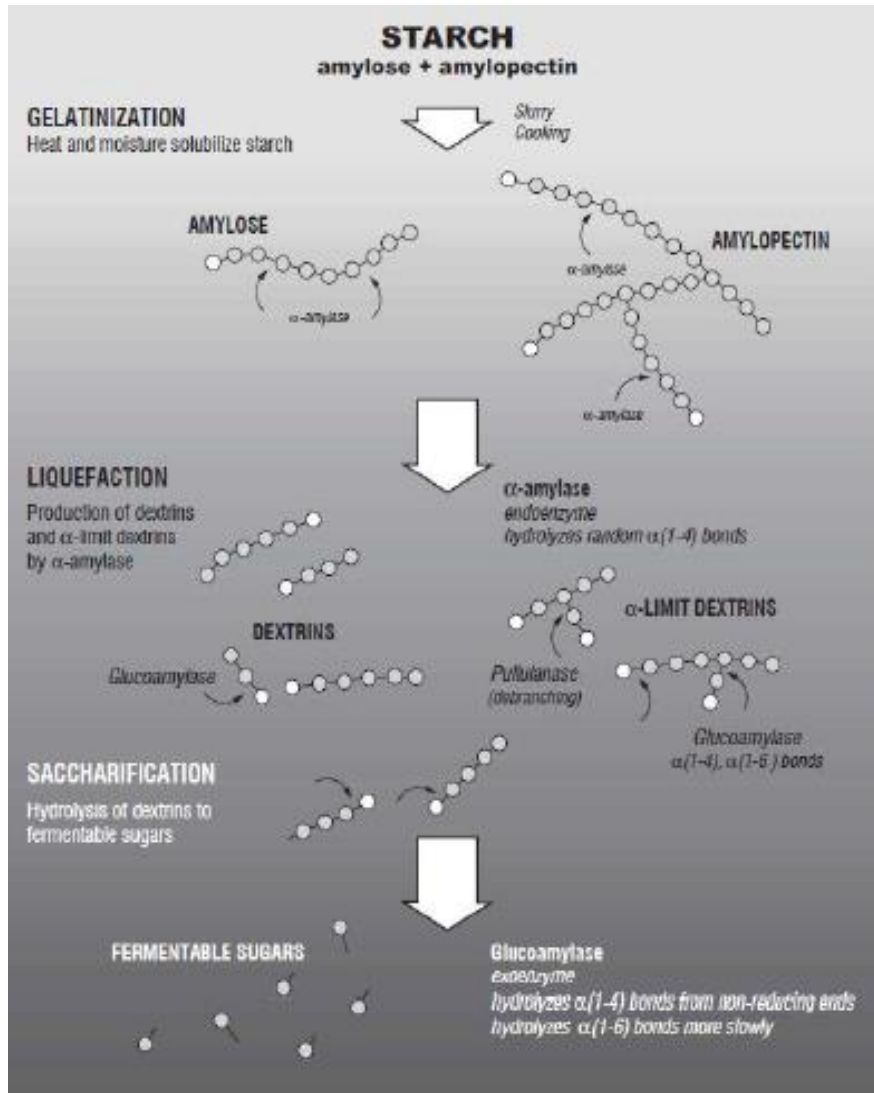


Figura 2. Rota de transformação do amido em açúcares fermentescíveis. (Novozymes, 2010)

A outra opção é o processo de sacarificação e fermentação simultâneo, a adição da enzima e da levedura ao mesmo tempo na solução. Esse processo simultâneo é mais vantajoso, pois exige menos equipamentos e menor tempo de produção. Nesse caso adiciona-se a solução, a glucoamilase e o fermento nas dornas simultaneamente. Desta maneira conforme a enzima processa as dextrinas e produz, principalmente, glicose a levedura processa o produto da sacarificação e depois a etapa de fermentação. Dessa forma devem possuir tanques para junção da enzima glucoamilase (obtida a partir de fungos) à solução que transformará as moléculas

dextrinas em açúcares fermentescíveis e outros tanques para posteriormente adicionar levedura à solução obtida na liquefação para produção de álcool.

Os parâmetros para a técnica de processamento das enzimas seriam temperaturas em torno de 85°C para a etapa de gelatinização e liquefação para o ponto ótimo. Compreendendo que a temperatura não é o único parâmetro para o ponto ótimo de processamento das enzimas, ajusta-se também o pH da solução. Para a α -amilase se utiliza um pH entre 5,5 e 5,8. Já para a glucoamilase ajusta-se um pH em torno de 4,5 a 5,0 seguindo as recomendações do fornecedor. A fermentação gira em torno de 40 a 70 horas. Isso devido ao processo de produção de glicose e posterior produção de etanol.

Após a fermentação as etapas de processamento são particularmente iguais às da cana-de-açúcar mudando somente os equipamentos. A solução obtida na fermentação é enviada ao tanque volante para posterior destilação.

Na primeira coluna de destilação separa-se a solução hidroalcoólica do restante dos componentes. Diferente do processo de cana, a solução removida pelo fundo da primeira coluna (*whole stillage*) é remetido às centrífugas que realizam a separação dos sólidos suspensos (*wet cake*) do restante da solução composta essencialmente de água e alguns sólidos solúveis (*thin stillage*). Nessa etapa pode-se utilizar *tridecanter*s que separam o óleo extraído do grão de milho, os sólidos suspensos (proteínas do grão de milho entre outros) e a solução aquosa.

A quantia de etanol produzido através do milho depende da concentração de sólidos na solução. Normalmente utiliza-se em torno de 30 a 35% de sólidos em base seca nos processos norte-americanos enquanto que o processo de cana tem no máximo 1% de sólidos que entram na primeira destiladora.

Por esse motivo os recheios das destiladoras devem ser diferentes entre si. Os utilizados no processamento de milho devem permitir a passagem de grande quantidade de sólidos. Assim

utilizam-se recheios chamados de “disco e donuts”, ao invés de se utilizar pratos perfurados, os mais utilizados na cana.

A parte sólida obtida nas centrífugas é enviada a secadores onde se deve obter entre 14 a 10% de umidade no produto final para que ele possa ser comercializado.

A solução líquida adquirida nas centrífugas é enviada aos evaporadores de multiefeito (iguais aos utilizados na cana) para concentração da mistura e formação de um xarope de milho. Parte da solução é usualmente reciclada para a etapa de liquefação reaproveitando a água e nutrientes contidos na corrente. Uma grande quantidade de reciclo, porém, pode gerar problemas na fermentação ou mesmo liquefação devido à alta concentração de produtos indesejáveis (ácido lático, acético, etc) na corrente impedindo o desenvolvimento das leveduras.

Esse produto pode ser comercializado de acordo com a concentração de glicose presente ou pode ser enviado à entrada dos secadores enriquecendo o produto obtido na secagem gerando então o DDG (“*Dried Distillers Grain*”).

Ressaltando que o processo *Dry Milling* apresentado, adotado pelos Estados Unidos já é aplicado no Brasil. Porém ocorrem algumas modificações no processo.

Para a concentração do xarope de milho na etapa de evaporação exige um consumo de vapor, ou seja, energia térmica. No Brasil, por exemplo, essa etapa não seria economicamente viável pelo alto investimento nos equipamentos e gasto com energia térmica para produção de um produto com baixa demanda, pois a água com baixo custo de aquisição, dependendo da localidade da indústria, permite que não se faça o reciclo da corrente da solução aquosa centrifugada para a liquefação como ocorre nos Estados Unidos.

Atualmente também a parte de cozimento em *Jet-cookers* foi retirada do processo. Como o principal objetivo da etapa seria a esterilização da mistura, prefere-se garantir uma estocagem adequada ao produto garantindo que não haja contaminação do que o gasto energético com vapor.

De fato o DDG vem destacando-se cada vez mais no cenário agropecuário do país por ter características inerentes ao próprio grão de milho, que é o grão mais utilizado nas dietas dos animais. Todavia sua eficiência de utilização precisa ser melhor explicada.

O DDG é tradicionalmente utilizado nos Estados Unidos e tem sido demonstrado efeito positivo da suplementação na melhora do ganho de peso corporal de bovinos em pasto (MORRIS et al., 2006; KLOPFENSTEIN et al., 2007; MacDONALD et al., 2007; LOY et al., 2008). Nestes estudos o DDG, geralmente é fornecido de maneira isolada e em poucos trabalhos há associação com outros ingredientes.

Segundo Omer et al. (2015), o DDG pode substituir de 10% à 50% do farelo de algodão, pois ocorre melhora no desempenho, digestibilidade e eficiência econômica. Contudo a eficiência dos níveis de substituição e as respostas de bovinos mantidos em pastagens formadas com capins tropicais ainda não foram descritos. Ainda existe uma lacuna de informações quanto as respostas em relação a contribuição das frações PNDR e da proteína microbiana nos sistemas de produção em pastagens tropicais, suplementados com fontes de proteína verdadeira. Desta forma, há necessidade de estudos incluindo farelo de algodão e DDG sobre aspectos metabólicos, desempenho e estimativas de digestibilidade dos nutrientes, permitindo assim avaliar a produção de proteína microbiana e sua eficiência de síntese com a utilização desse produto.

Por outro lado, deve-se salientar que as pesquisas citadas envolvendo suplementação com DDG, são com forrageiras do grupo C3, ou as espécies nativas denominadas “*warm season grass*”, plantas C4 típicas das pradarias norte americana, evidenciando divergências quanto as forrageiras do Brasil Central que em sua maioria, evidentemente pertencem ao grupo C4.

Considerando todos esses fatores e enfatizando que a maioria do milho comercial produzido nacionalmente é do tipo duro ou “flint”, com amido menos digestível, enquanto nos países de clima temperado, a predominância é do tipo dentado ou macio, com amido de alta

digestibilidade. O DDG brasileiro pode ter características distintas do americano, o que justifica a condução de estudos no Brasil para avaliação do referido coproduto na suplementação da dieta de ruminantes.

Poucas pesquisas em condições tropicais do Brasil têm sido conduzidas relatando o uso de DDG na alimentação de bovinos em fase de recria e terminação em pastagens. Dessa forma, estudos que avaliem a eficiência dos níveis de substituição de ingredientes tradicionais por DDG, devem ser desenvolvidas para que as dúvidas sejam sanadas, possibilitando assim melhores escolhas durante as tomadas de decisões em relação à utilização destes co-produtos da agroindústria.

Trabalhos conduzidos no Brasil com suplementação da dieta de animais em pastejo têm mostrado que, geralmente no período das águas, pastos manejados adequadamente e adubados possuem altos teores de PB, com grande proporção das frações (A, B1 e B2) de alta degradação ruminal (SANTOS et al., 2007). Em muitas situações pode ocorrer excesso de PB, principalmente de proteína degradável no rúmen (PDR), e não falta como tradicionalmente considerado em sistemas nos quais não há manejo do pasto, principalmente em relação à altura. Nessas situações pode ocorrer excesso de nitrogênio na dieta, no qual o desempenho pode ser favorecido com o fornecimento de energia via suplementação da dieta, possibilitando maior síntese de proteína microbiana (DAVIES et al, 2005).

Em condição de pastejo, o excesso de amônia ruminal oriundo da falta de sincronismo entre a degradação da proteína e a liberação de energia proveniente da degradação da fração fibrosa, pode comprometer a eficiência de síntese de proteína microbiana (DAVIES et al. 2005). O excesso de amônia ruminal, absorvida via epitélio do rúmen, é excretada via urina. Essa rota de eliminação do nitrogênio sobressalente no rúmen aumenta o impacto ambiental, decorrente da produção de óxido nitroso a partir dos excessos excretados pelos animais.

Essa falta de sincronismo pode levar à deficiência de proteína metabolizável (PM) que é considerada como a soma entre proteína microbiana e PNDR. Esse fato pode causar baixa eficiência de uso do nitrogênio devido a falta de sincronismo com a liberação de energia (MacDONALD et al., 2007).

O aumento da quantidade de proteína metabolizável pode ser conseguido mediante o fornecimento de suplementos contendo proteína de baixa degradação ruminal. Neste sentido, o DDG é rico em PNDR, porque o glúten não é removido durante o processamento do grão e a hidrólise e fermentação do amido (STOCK et al., 2000). Tal fato é desejável em situações que se deseja ganhos mais elevados, principalmente em animais jovens na fase de crescimento, quando apresentam exigência proteica maior, devido as exigências em aminoácidos essenciais, de modo que a preocupação em suprir proteína não degradável no rúmen passa a ser mais pronunciada. Segundo relatos de estudos *in situ* os valores de PNDR do DDG podem chegar a 62% (Mjoun et al., 2010). Isto sugere que a PM suplementar de DDG associado aos demais ingredientes possa promover um ambiente ruminal mais adequado, permitindo resultados positivos no desempenho animal (MacDONALD et al., 2007; LOY et al., 2008). Nessas condições é possível que se diminua o impacto ambiental devido a excreção de nitrogênio (N) advindo de dietas com alto valor de N solúvel, e na melhoria da eficiência de uso do nitrogênio da dieta, através do incremento na síntese de proteína microbiana, como já descrito por LAKE et al., 1974; FIESER e VANZANT, 2004.

No período seco, a resposta animal depende da quantidade e da qualidade da forragem disponível, além das características do suplemento da dieta e do nível de fornecimento. A adoção da técnica de suplementação alimentar em um sistema de produção animal em pasto deverá, antes de qualquer coisa, tornar a exploração mais lucrativa e ambientalmente equilibrada. Desta forma, os ingredientes proteicos tradicionais (farelo de soja e algodão) que mais oneram a atividade, devem ou podem ser substituídos por ingredientes proteicos de menor

valor agregado os quais podem ser representados pelos coprodutos da agroindústria (ROMANZINI et al., 2018b).

Neste período do ano, as forrageiras tropicais geralmente apresentam baixo valor nutritivo com teores de PB inferior a 7,0%, podendo limitar a atividade de microrganismos ruminais, resultando em menor consumo, degradação da fração fibrosa da forragem e produção de ácidos graxos voláteis, elevando a carência proteica e energética nesse período (LAZARINI et al., 2009; DETMANN et al., 2014) situação que normalmente não possibilita aos animais o consumo dos nutrientes necessários para atingir as exigências de ganho.

A falta de planejamento, gerenciamento e o uso de estratégia nutricionais inadequadas são as principais causas da baixa produção bovina nesse período, promovendo inadequação no atendimento das exigências nutricionais dos animais. Assim, diferentes estratégias de terminação devem ser avaliadas com alto nível de fornecimento de suplementos proteicos/energéticos podem ser utilizadas para otimizar o desempenho animal nesse período, em razão da baixa oferta de nutrientes oriundo da forragem. Outra estratégia é o uso de confinamento, onde toda a dieta é fornecida no cocho, possibilitando assim ajustes mais finos quanto ao alimento disponível ao consumo dos animais, porém tal estratégia deve ser muito bem planejada, pois os custos de produção são elevados e pode ser inviável economicamente.

Quando se almeja maiores ganhos de peso, o baixo consumo quali-quantitativo de forragem, principalmente no período seco do ano, pode ocasionar “déficit” das exigências nutricionais dos animais. Tal déficit passa por carências múltiplas, dentre as quais, a proteína (ou compostos nitrogenados) e energia assumem papel prioritário, tornando-se necessária a suplementação da dieta. Sendo assim, o efeito substitutivo descrito por Moore (1980), quanto ao consumo de forragem se torna desejável no período seco, possibilitando que tais exigências dos animais sejam atendidas, principalmente via suplementação proteico/energética. A suplementação com energia e proteína de baixa degradação ruminal permite a absorção de

aminoácidos no intestino, resultando em efeito positivo sobre o consumo de forragem e desempenho animal (SIEBERT e HUNTER, 1982), desde que haja quantidades adequadas de nitrogênio no rúmen para manter o nível de amônia suficiente estimulando o crescimento microbiano para a eficiente degradação da fração fibrosa.

A suplementação com suplemento proteico energético no período das águas reduz o ganho de peso durante a terminação dos animais no período seco do ano (SAMPAIO et al., 2017). Todavia a suplementação com proteico energético durante o período chuvoso propicia um maior ganho de peso durante essa fase, em virtude das maiores ofertas de forragem e do melhor valor nutritivo do pasto associado ao fornecimento de nutrientes via suplemento, o que resulta em redução no tempo de terminação dos animais (SAMPAIO et al., 2017). Associando a melhora no desempenho via suplemento formulados com co-produtos que não competem com alimentação humana, tendem a diminuir o custo (próximo das usinas) e manter o sincronismo entre a liberação de energia com proteína espera-se uma melhora de viabilidade econômica e ambiental do sistema. O aumento na taxa de lotação em resposta a suplementação é um fator de elevado impacto sobre os resultados econômicos na pecuária de corte, elevando a sensibilidade financeira do sistema.

Além do aumento no desempenho animal, a suplementação formulada de acordo com as características do pasto tem contribuído para diminuição da emissão de metano entérico ($\text{kg CH}_4/\text{kg.ganho}^{-1}$), bem como de óxido nitroso e tempo de permanência do animal no sistema.

A mitigação de gases de efeito estufa (GEE) pela agropecuária brasileira está associada a um aumento na eficiência produtiva. As emissões entéricas de CH_4 pelos agropecuária (74,5%), seguidas pela produção de CH_4 em áreas alagadas ou pantanosas e emissão por térmitas são os principais responsáveis pelo aumento de CH_4 na atmosfera (Ruggieri e Cardoso, 2017). Contudo, a produção de metano entérico é um processo complexo sendo considerada uma característica evolutiva de animais ruminantes por ser um importante processo de controle do

hidrogênio produzido por microrganismos ruminais durante a fermentação ruminal, porém essa emissão significa uma ineficiência, na ordem de 2 a 12%, de uso da energia da dieta (Johnson e Johnson, 1995; Hook et al., 2010).

Considerando o aspecto nutricional que envolve a produção de bovinos em pasto, a produção de metano entérico pode ser influenciada pela quantidade de carboidrato fibroso presente na dieta (composição química do pasto). Animais submetidos a uma dieta de baixa qualidade, com elevada participação de conteúdo fibroso de baixa digestibilidade apresentam maior produção de CH₄ (Holter e Young, 1992; Beauchemin et al., 2008). Em virtude da importância do manejo das pastagens, visando a oferta de forragem com melhor valor nutritivo e fornecimento de suplementos concentrados para o balanceamento adequado da dieta, são estratégias interessantes para elevar desempenho, ganho de peso por área e redução das emissões de metano entérico de bovinos de corte em pastejo, sendo favorável do ponto de vista produtivo e ambiental (Boland et al., 2013, Barbero et al., 2015).

Cardoso et al. 2016 trabalharam com diferentes níveis de intensificação de uso das pastagens no Brasil demonstrando que à medida que se intensifica o sistema, com uso de suplemento e manejo do pasto, ocorre redução na emissão de CH₄ por kg de produto produzido. A energia perdida via CH₄ varia em função da dieta, sendo a quantidade de carboidratos fermentados no rúmen e variações na relação de propionato e de acetato produzidos são os principais responsáveis pela variação na emissão de metano (Johnson e Johnson, 1995).

De acordo com Demarchi et al. (2003) e Reis et al. (2015) a diminuição na idade média de abate de novilhos da raça Nelore diminui as emissões totais de CH₄ no sistema de produção podendo chegar em 49%.

Portanto a intensificação da produção de bovinos de corte implica, entre outros fatores, em acelerar o crescimento e a terminação dos animais, de modo a promover o abate em idade

cada vez mais precoce, levando em consideração a economicidade, aspectos ambientais e sociais do sistema de produção.

Correia (2006) verificou que animais suplementados na fase de recria em pasto reduzem o tempo de confinamento, aumentando o rendimento de carcaça e grau de acabamento na fase de terminação. Além disso, o fornecimento de suplemento concentrado (0,3%PC) na recria pode influenciar nas características de carcaça dos animais na fase de terminação em confinamento (BUMPUS, 2006).

Nesse contexto, o confinamento deve ser utilizado como uma ferramenta dentro do sistema de produção permitindo ganhos em escala de produção. Contudo, no confinamento, a dieta é a responsável pelo maior custo da produção da carne, quando se desconsidera a aquisição do animal (BOSA et al., 2012). Devido a este fator, a dieta se torna muito importante, pois é ela que irá suprir as necessidades do animal, permitindo um bom desempenho e uma carcaça que atenda às exigências do frigorífico (RESENDE et al., 2011). Logo é importante que os ingredientes que compõe a dieta de animais confinados seja a ideal para atender as exigências de ganho desses animais.

. Ao analisar as margens da atividade pecuária ao longo dos últimos anos, é marcante a redução da lucratividade por animal e por área (Associação Brasileira das Empresas Exportadoras de Carne - ABIEC, 2016), no entanto uma ferramenta que pode contribuir para melhorias nesse cenário é a terminação dos animais em pasto (Confinamento Expresso®). Nesse sistema, o controle da alimentação pode ocorrer de forma eficiente, produtores podem utilizar ingredientes na dieta que permitam ao animal melhorar seu desempenho, produzindo carcaças mais pesadas em menor tempo e com melhor acabamento.

A fase de terminação de bovinos em confinamento ou em pasto é considerado uma estratégia interessante, com o intuito de melhorar a produtividade (SAINZ; FARJALLA, 2009). Assim, a antecipação do abate dos animais fica mais evidente, melhorando o controle da

alimentação, aumentando a produtividade por área (MEDEIROS, 2014). Esta tecnologia possibilita a produção intensiva de carne através da exploração da máxima eficiência biológica aliada à rápida deposição do tecido muscular e adiposo, que representam as variáveis capazes de determinar o sucesso deste sistema (ARRIGONI et al., 2004).

Contudo, no Brasil a terminação em confinamento é considerada uma ferramenta de manejo que auxilia os sistemas de produção em pastagens, com possibilidade de retirada dos animais do pasto durante a sazonalidade da produção forrageira (ALMEIDA et al., 2010). Além disso, o confinamento passou a ser utilizado por algumas empresas como ferramenta para produção de carne de qualidade no ano inteiro (PAULINO et al., 2014). Então tal tecnologia tem elevado potencial de uso, porém deve ser analisado minuciosamente visando assim a manutenção da rentabilidade desse sistema de produção.

1.3. LITERATURA CITADA

- ABIEC - **Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne**. Exportação Brasileira de Carne Bovina. 2015.< <http://www.abiec.com.br/texto.asp?id=8>.> Acesso em 15 de junho de 2018.
- Almeida, R.; Medeiros, S. R.; Calegare, L.; Albertini, T. Z.; Lanna, D. P. D. Fazendas de Terminação. In: Pires, A.V. **Bovinocultura de corte**. Piracicaba, FEALQ, v.1, p.760, 2010.
- Alves, J. O; Zhuo, C.; Levendis, Y. A. & Tenório, J.A.S. (2012). Síntese de nano materiais de carbono a partir do resíduo de milho (DDG). *Química Nova*, 35:1534-1537.
- Arrigoni, M. D. B; Alves Jr., A; Dias, P. M. A.; Martins, C. L.; Cervieri, R. C.; Silveira, A. C.;
- Oliveira, H. N.; Chardulo, L. A. L. Desempenho, fibras musculares e carne de bovinos jovens de tres grupos geneticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.10, p.1033-1039, 2004.
- Barbero, R.P., Malheiros, E.B., Araújo, T.L.R. et al. 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.
- Beauchemin, K.A., Kreuzer, M., O'Mara, F., et al. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.48, p.21-27, 2008.

- Boland, T.M., Quinlan, C., Pierce, K.M., et al. The effect of pasture pre-grazing herbage mass on methane emissions, ruminal fermentation, and average daily gain of grazing beef heifers. **Journal of Animal Science**, v.8, p.3867-3874, 2013.
- Bosa, R.; Faturi, C.; Vasconcelos, H.G.R.; Cardoso, A.M.; Ramos, A.F.O.; Azevedo, J.C. Consumo e digestibilidade aparente de dietas com diferentes níveis de inclusão de torta de coco para alimentação de ovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 34, n. 1, p. 57-62, 2012.
- Bumpus, E.K. 2006. **Influence of acetogenic versus propiogenic supplements on adipose tissue accretion in stocker steers grazing ryegrass pasture**. M.S. Thesis, Texas A&M Univ., College Station.
- Cardoso, A. S. et al. Impact of the intensification of beef production in Brazil on greenhouse gas emissions and land use. **Agricultural Systems**, v. 143, p. 86-92, 2016.
- Casagrande, D.R.; Ruggieri, A.C.; Berchielli, T.T. et al. 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.
- Correia, P.S. 2006. **Estratégia de suplementação de bovinos de corte em pastagens durante o período das águas**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 64p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- 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.
- Davies, D.R.; Theodorou, K.M.; Kingston-Smith, A.H. et al. Advances in silage quality in 21st century. ed. Park, R.S.; Strong, M.D. Silage production and utilization Proceeding of XIV International Silage Conference, a satellite workshop. In: International Grassland Congress, 20, Dublin, 2005. **Proceedings...** Dublin, 2005.
- De Oliveira, A.P., Casagrande, D.R., Bertipaglia, L.M.A., Barbero, R.P., Berchielli, T.T., Ruggieri, A.C., Reis, R.A., 2015. Supplementation for beef cattle on Marandu grass pastures with different herbage allowances. **Animal Production Science**. 53, 1–7.
- 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) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus Jaboticabal – Unesp.
- Demarchi, J. J. A. A.; Manella, M. Q.; Lourenço, A. J. Daily methane emission at different seasons of the year by Nelore cattle in Brazil grazing *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Preliminary results. In: World Conference on Animal Production, 9, Porto Alegre, RS, Brazil. **Proceedings ...** Porto Alegre: 2003.

- Detmann, E.; Valente, E. E. L.; Batista, E. D. et al. (2014). An valuation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Liv. Sci.**, 162: 141-153.
- Fieser, B. G.; Vanzant, E. S. Interactions between supplement energy source and tall fescue hay maturity on forage utilization by beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 307-318, 2004.
- FS Bioenergia. (2018). Disponível em < <http://www.fsbioenergia.com.br/pt-br>>. Acesso em 18 de julho de 2018.
- Griffin WA, Bremer VR, Klopfenstein TJ, Stalker LA, et al. A meta-analysis evaluation of supplementing dried distillers grain plus soluble to cattle consuming forage-based diets. **Prof Anim Sci.** 2012;28:306–312
- Holter, J.B. and A. J. Young, “Methane prediction in dry and lactating Holstein cows,” **Journal of Dairy Science**, vol. 75, no. 8, pp. 2165–2175, 1992.
- Hook, S. E., Wright, A.-D. G., and McBride, B.W. (2010). Methanogens: methane producers of the rumen and mitigation strategies. *Archaea*. 2010:945785.
- Johnson, K. A., and Johnson, D. E. (1995). Methane emissions from cattle. **Journal of Animal Science**. 73, 2483–2492.
- Koscheck, J.F.W. **Intensificação do manejo do pasto e uso da suplementação nos parâmetros produtivos na recria e terminação de bovinos de corte**. 122 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2017.
- Klopfenstein, T. J., G. E. Erickson, And V. R. Bremer. 2008. Board invited review: Use of distillers by-products in the beefcattle feeding industry. **J. Anim. Sci.** 86:1223–1231.
- Klopfenstein, T. J.; Lomas, L.; Blasi, D. et al. "Summary Analysis of Grazing Yearling Response to Distillers Grains" (2007). Nebraska Beef Cattle Reports. 58. <https://digitalcommons.unl.edu/animalscinbcr/58>.
- Lake R. P, D. C. Clanton and J. F. Karn. 1974. Intake, Digestibility and Nitrogen Utilization of Steers Consuming Irrigated Pasture as Influenced by Limited Energy Supplementation. **Journal of Animal Science** 1974 38: 6: 1291-1297.
- Lazzarini, I.; Detmann, E.; Sampaio et al. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.2021-2030, 2009.
- Leite, R.C. & Cortez, A.B. O etanol combustível no Brasil. 2004 Disponível em:<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/etanol3_000g7gq2cz702wx5ok0wtedt3xdrmfk.pdf> Acesso em: 01 junho 2018.

- Lodge, S.; Klopfenstein, S. T.; Stock, R.; Herold, D. **Use of direct fedmicrobials to alleviate subacute acidosis**. Lincoln: University of Nebraska, Institute of Agriculture and Natural Resources, 1996.
- Loy, T. W., T. J. Klopfenstein, G. E. Erickson, et al. 2008. Effect of supplemental energy and frequency on growing calf performance. **J. Anim. Sci.** 86:3504–3510.
- Macdonald, J. C., T. J. Klopfenstein, G. E. Erickson, et al. 2007. Effects of dried distillers grains and equivalent undegradable intake protein or ether extract on performance and forage intake of heifers grazing smooth bromegrass pastures. **J. Anim. Sci.** 85:2614–2624.
- Medeiros, S. R.; 2014. **Como o boi funciona: Terminação em pasto ou confinamento**. Disponível em: <<http://sites.beefpoint.com.br/sergioraposo/2014/05/09/como-o-boi-funciona-terminacao-em-pasto-ou-confinamento/>> Acessado em: 15 de junho de 2018.
- Mjoun, K., Kalscheur, K. F., Hippen, A. R., Schingoethe, D. J. Ruminant degradability and intestinal digestibility of protein and amino acids in soybean and corn distillers grains products. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p. 4144–4154. 2010.
- Morris, S. E., J. C. Macdonald, D. C. Adams, et al. 2006. Effects of supplementing dried distillers grains to steers grazing summer sandhill range. **Nebraska Beef Cattle Rep.** MP 88-A:30.
- 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, Pennsylvania. **Proceedings ...** Pennsylvania State College, 1952. p.1380-1395.
- Mott, G.O. Grazing pressures and the measurement of pastures production. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 8., 1960, **Proceedings...** Reading: 1960. p.606-611.
- Novozymes. Enzimas e o Meio Ambiente. Disponível em <http://www_novozymes_com_images.html>. Acesso em 10 de fevereiro de 2018.
- Oliveira, A.A. **Manejo do pasto de capim marandu e suplementação com diferentes fontes de energia na recria de tourinhos nelore no verão e outono**. 2014. 121p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus Jaboticabal – Unesp.
- Omer, H.A.A. Soha 1 1 S. Abdel-Magid, et al. Nutritional Impact of Partial Replacement of Cotton Seed Meal with Distillers Dried Grain with Solubles (DDG) on Animal Performance, Digestion Coefficients and Some Blood Constituents in Crossbred Calves. **World Appl. Sci. J.**, 33 (4): 580-589, 2015.
- Paulino, M. F.; Detmann, E.; Silva, A. G. et al. Bovinocultura otimizada. In: Sebastião de Campos Valadares Filho et al.. (Org.). **Simpósio de Produção de Gado de Corte (IX Simcorte)**. 1ed. Viçosa/MG: UFV, 2014, v. 1, p. 140-212.
- Poppi, D. McLennan, S.R. Otimizando o desempenho de bovinos em pastejo com suplementação protéica e energética. 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, 2007 p. 163-181.
- 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.
- Reis, R. A.; Silva, W. L.; Valente A. L. S. et al. Decrease methane emission of beef cattle grazing tropical pasture by supplementation. In: International Conference on Forages in Warm Climates, 2015, Lavras. Proceedings of International Conference on Forages in Warm Climates. Lavras: Suprema Gráfica e Editora, 2015. v. 01. p. 165-184
- 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, 2005a. p.25-60.
- Reis, R.A.; Ruggieri, A.C.; Casagrande, D.R. et al. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.147-159, 2009.
- Resende, F.D.; Pazdiora, R.D.; Faria, M.H.; Siqueira, G.R.; Sampaio, R.L.; Custódio, L. Peso e rendimento de cortes comerciais de tourinhos Nelore abatidos em diferentes pesos corporais. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 48, 2011, Belém. **Anais...** SBZ:Belém, 2011.
- Romanzini, E.P.; Bernardes, P.A.; Munari, D.P.; Reis, R.A.; Malheiros, E.B. A review of three important points that can improve the beef cattle productivity in Brazil. **Animal Husbandry, Dairy and Veterinary Science**, v. 2, n. 3, p. 1-4, 2018.
- Roth, M. T. P. ; Fernandes, R. M. ; Moretti, M. H. ; Oliveira, I. M.; Prados, L. F.; Rezende S. G.; Resende, F. D. Effect of supplementation level on performance of growing Nellore and its influence on pasture characteristics in different seasons. **Italian Journal of Animal Science JCR**, v. 1, p. 1-11, 2018
- Ruggieri, A.C., Cardoso, A.S. Balanço de carbono em sistemas de produção animal: fontes de emissão e opções de mitigação. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**. Volumen 25(1-2):2017.
- Sampaio, R. L.; Resende, F. D.; Reis, R. A.; De Oliveira, I. M.; Custódio, L.; Fernandes, R. M.; Pazdiora, R. D.; Siqueira, G. R. The nutritional interrelationship between the growing and finishing phases in crossbred cattle raised in a tropical system. **Tropical Animal Health and Production** , v. 1, p. 30-37, 2017.
- Sainz, R. D.; Farjalla, Y. B. **Otimização do confinamento para garantir a qualidade das carcaças e maximizar o lucro. 2009.** Disponível em: <http://admin.webplus.com.br/public/upload/downloads/030220120858071984000MOAU.pdf>. Acessado em: 08 de junho de 2018.

- Santana, S. S.; Brito, L. F.; Azenha, M. V.; Oliveira, A. A.; Malheiros, E. B.; Ruggieri, A. C.; Reis, R. A. Canopy characteristics and tillering dynamics of Marandu palisade grass pastures in the rainy–dry transition season. **Grass and Forage Science**, V.72, p. 261-270, 2016.
- Santos, F.A.P. Correia, P.S. Ramalho, T.R. et al. 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.
- 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.
- Sollenberger, L.E.; Vanzant, E.S; Interrelationships among Forage Nutritive Value and Quantity and Individual Animal Performance. **Crop Science**, v.51, p.420-432, 2011.
- Spiehs, M. J., Whitney, M. H., Shurson, G. C. 2002. Nutrient database for distillers dried grains with solubles produced from new plants in Minnesota and South Dakota. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 2639–2645, 2002.
- Stock, R. A., J. M. Lewis, T. J. Klopffestein, et al. 2000. Review of new information on the use of wet and dry milling feed by-products in feedlot diets. **J. Anim. Sci.** 78(E-Suppl.).
- Tjardes, J.; Wright, C. Feeding corn distiller's co-products to beef cattle. SDSU Extension Extra. ExEx 2036, Dept. of Animal and Range Sciences. p. 1-5, 2002.
- USGC, U.S Grains Council. (2012). A guide to distiller’s dried grains with solubles (DDG User Handbook). Third Edition. <http://www.grains.org/index.php/buying-selling/DDGuser-handbook> . Acesso em 15 de julho de 2018.
- Valente, A. L. S.; et al. Grazing height effect on Marandu characteristics and performance of young Nelore Bulls. In. Australian Society Animal Production. **Proceedings...**Canberra, Australia, 2014.
- Weigel, J. C.; Loy, D. & Kilmer, L. (1997). 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.
- Wyman, C. E. (1996). **Handbook on bioethanol: production and utilization**, Applied Energy Technology Series, Taylor & Francis, Washington.

CAPÍTULO 2 - ASPECTOS PRODUTIVOS, METABÓLICOS E AMBIENTAL DA SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE ALGODÃO POR DDG DURANTE A RECRIA DE BOVINOS EM PASTEJO

Resumo - Objetivou-se avaliar o efeito da substituição do farelo de algodão por coproduto do milho (DDG- *dried distiller's grains*) quanto a eficiência nos aspectos produtivos, metabólicos e ambientais durante a fase de recria. Os animais foram mantidos em sistema de pastejo contínuo com taxa de lotação variável em pastos (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) manejados 25 cm de altura durante o período das águas. Foram utilizados 81 tourinhos Nelore, com peso corporal inicial de $255 \pm 26,7$ kg, mantidos em regime de pastejo, recebendo suplementação diária com 0,3 % do peso corporal (PC). Os animais foram sorteados ao acaso em quatro tratamentos e três repetições (piquetes) e arranjados em delineamento inteiramente casualizado, durante quatro períodos experimentais, totalizando 110 dias de avaliação. Os animais foram submetidos a 10 dias de adaptação as seguintes dietas: SM-suplemento mineral (*ad libitum*); FA- suplemento convencional com farelo de algodão como fonte proteica; 50DDG- suplemento com substituição de 50% da fonte proteica do FA por DDG e 100DDG- suplemento com substituição de 100% da fonte proteica do T2 por DDG. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), utilizando Proc Mixed do SAS (2008). A disponibilidade de forragem foi de $6,03 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, e oferta de forragem de $2,39 \text{ kg de MS/kg de PC}$. Não houve diferença ($P > 0,05$) no consumo de nutrientes. A digestibilidade da proteína foi maior ($P < 0,05$) nos animais suplementados com FA. Os animais que receberam suplementação de 0,3% do PC apresentaram ganho de peso 29% superior ($P = < 0,001$) aos que receberam SM ($0,83 \text{ kg dia}^{-1}$). Não houve diferença no GMD entre os animais suplementados ($P > 0,05$), apresentando 1,10, 1,09, $1,08 \text{ kg dia}^{-1}$ para FA, 50DDG e 100DDG respectivamente. Foram observados menores ganhos por área nos tratamentos com SM ($6,33 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$) em relação ao valor médio dos animais suplementados com 0,3% dos PV ($8,17 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$). Não houve diferença na taxa de lotação ($P = 0,794$), entre os tratamentos, $5,73 \text{ UA}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ em média. A produção de metano em $\text{kg de CH}_4 \cdot \text{kg de ganho de peso}^{-1}$, foi menor no FA. Não houve diferença na eficiência de síntese microbiana e uso do nitrogênio ($P > 0,05$). A suplementação com 0,3% do PC aumenta o desempenho dos animais e a produtividade do sistema. O DDG pode substituir 100% a fonte proteica do suplemento de animais sob regime de pastejo.

Palavras-chave: pasto, co-produto, ganho de peso, metano, suplementação

CHAPTER 2 - PRODUCTIVE, METABOLIC AND ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE REPLACEMENT OF COTTON SEED MEAL BY DRY DISTILLER GRAINS IN BEEF CATTLE PRODUCTION DURING THE REARING PHASE IN PASTURE

Abstract - The objective of this study was to evaluate cotton meal replacing by corn co-product (DDG-dry distiller grains) effect on animal performance, metabolic parameters and environmental efficiency of beef cattle during rearing phase at wet period in tropical pasture. Were evaluated eighty-one Nellore young bulls, initial body weight (BW) 255 ± 26.7 kg, handled in *Urochloa brizantha* cv. Marandu pasture, receiving daily supplementation (0.3% BW). Animals were randomly distributed in four treatments and three replications (paddocks) compounding a completely randomized design. Were developed four experimental periods, totaling 110 days of evaluation. Animals were submitted to 10 days of adaptation to the following diets: SM - mineral supplement (*ad libitum*); FA - conventional supplement with cottonseed meal as a protein source; 50DDG- supplement with replacement of 50% FA protein source by DDG and 100DDG- supplement with replacement of 100% all protein source by DDG. Averages were compared by Tukey's test ($P < 0.05$), using PROC MIXED. Marandu pasture was kept at 25 cm height, using a continuous grazing system with variable stocking rate. Forage mass was 6.03 t.ha^{-1} , and forage allowance $2.39 \text{ kg DM kg PC}^{-1}$. There was no difference ($P > 0.05$) in nutrient intake between different treatments. Protein digestibility was higher ($P < 0.05$) in animals supplemented with FA. Animals receiving supplementation of 0.3% BW showed a 29% greater daily weight gain ($P = 0.001$) than those receiving SM (0.83 kg day^{-1}). There was no difference in DWG between supplemented animals ($P > 0.05$), presenting 1.10, 1.09, 1.08 kg day^{-1} for FA, 50DDG and 100DDG, respectively. Lower gains per area from treatments with SM ($6.33 \text{ kg. ha d}^{-1}$) were observed in relation to the mean value of the animals supplemented with 0.3% BW ($8.17 \text{ kg ha d}^{-1}$). There was no difference in the stocking rate ($P = 0.794$), among treatments, mean value $5.73 \text{ UA ha d}^{-1}$. Methane production measured in kg of CH_4 . kg of weight gain $^{-1}$ was lower from animals supplemented with FA. There was no difference on efficiency of microbial synthesis and nitrogen use ($P > 0.05$). Supplementation with 0.3% BW increases animal performance and system productivity. DDGs can replace 100% of the protein source of the grazing supplement.

Keywords: corn co-product, methane, supplementation, weight gain.

2.1. INTRODUÇÃO

Os fatores que determinam o desempenho animal são inerentes a oferta de forragem, valor nutritivo, suplementação alimentar e consumo de matéria seca que se interagem, constituindo um sistema onde alterações ocorrem a cada instante.

Neste contexto, Silva et al. (2009) descrevem as interações entre valor nutritivo, oferta da forragem e quantidade de suplemento fornecido, e a possível ocorrência da substituição do consumo de forragem pelo concentrado. A ocorrência ou não de efeitos negativos ou positivos no consumo de forragem e desempenho dependerá da adequada relação entre proteína e energia na dieta, que garanta maior síntese de proteína microbiana ruminal e maior transferência líquida de proteína metabolizável ao intestino (POPPI e MECLLENANN, 1995).

De acordo com pesquisas conduzidos em pastagens de gramíneas tropicais (REIS et al., 2009; OLIVEIRA, 2014; BARBERO et al., 2015; RHOT et al., 2018) o uso da suplementação durante o período das águas tem demonstrado resposta positiva, 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).

Assim a suplementação com ingredientes com maior quantidade de proteína não degradada no rúmen (PNDR), melhoraria o sincronismo de utilização da energia e proteína, aumentando a quantidade de proteína metabolizável (PM) disponível aos animais. Neste cenário, alguns co-produtos como o farelo de algodão e o DDG são interessantes por serem fontes com valores semelhantes de PNDR. O DDG (do inglês “dried distiller’s grains”) é um co-produto da produção de etanol a partir do milho e já tem expressiva importância no país, e tem demonstrado efeito positivo da suplementação na melhora do ganho de peso corporal de bovinos em pasto (MORRIS et al., 2006; KLOPFENSTEIN et al., 2007; MacDONALD et al., 2007; LOY et al., 2008). Isto sugere que a PM suplementar de DDG associado aos demais

ingredientes possa promover um ambiente ruminal mais adequado, permitindo resultados positivos no desempenho animal (MacDONALD et al., 2007; LOY et al., 2008).

Nesse caso, o uso de suplementos proteico energéticos com frações proteicas com menor degradação ruminal, podem favorecer a utilização da energia adicional, fator mais limitante para o crescimento microbiano no rúmen de animais consumindo forragem de alta qualidade e com altos teores de N solúvel (HERSOM, 2008).

Contudo a eficiência dos níveis de substituição e as respostas de bovinos mantidos em pastagens formadas com capins tropicais ainda não foram descritos. Ainda existe uma lacuna de informações quanto as respostas em relação a contribuição das frações PNDR e da proteína microbiana nos sistemas de produção em pastagens tropicais, suplementados com fontes de proteína verdadeira advinda do DDG.

A hipótese que o fornecimento de PNDR via DDG melhora o desempenho produtivo de bovinos em pasto.

Objetivou-se avaliar o efeito da substituição do farelo de algodão por coproduto do milho (DDG) quanto a eficiência no ganho de peso, na utilização do nitrogênio, produção microbiana, consumo, digestibilidade e produção de metano em bovinos de corte mantidos em regime de pastejo durante o período de águas.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos adotados 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).

a) *Local e área experimental*

O projeto foi conduzido durante a fase de recria dos animais, no setor de Forragicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária (FCAV) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), campus de Jaboticabal, Estado de São Paulo, onde o clima observado na região é subtropical do tipo AW de acordo com a classificação de Köppen. Os dados meteorológicos (Tabela 1) registrados durante o período experimental foram extraídos de um conjunto de dados pertencentes ao acervo do Departamento de Ciências Exatas da Estação Agroclimatológica do Campus de Jaboticabal, localizada na latitude 21°14'05'' sul, e longitude 48°17'09'' oeste com altitude de 615 metros.

Tabela 1. Valores mensais das médias, mínima e máxima da temperatura, umidade relativa do ar, precipitação pluvial e dias de chuvas durante o período experimental.

| Mês/Ano | Temperatura (°C) | | | Chuva (mm) | Dias de chuva | Dias de Chuva (>5mm) |
|---------|------------------|------|-------|------------|---------------|----------------------|
| | Máx. | Mín. | Média | | | |
| nov/15 | 30,8 | 19,8 | 24,3 | 278 | 17 | 14 |
| dez/15 | 30,6 | 20,2 | 24,4 | 306 | 18 | 11 |
| jan/16 | 29,5 | 20,2 | 24,0 | 445 | 17 | 14 |
| fev/16 | 31,5 | 20,5 | 25,0 | 206 | 16 | 13 |
| mar/16 | 30,9 | 19,8 | 24,2 | 127 | 16 | 11 |
| abr/16 | 31,0 | 18,0 | 24,1 | 9,10 | 2 | 1 |

Dados obtidos do Departamento de Ciências Exatas de FCAV / Jaboticabal, localizado a 800 m da área experimental.

A área experimental para avaliação dos animais em pastejo é formada com *Urochloa brizantha* cv. Marandu, com 12 piquetes experimentais, sendo metade com áreas de 0,7 e metade com 1,3 ha, totalizando 12 ha, além de 1 ha de piquete reserva. Obteve-se uma amostra composta dos piquetes para análise do solo que apresentou as seguintes características químicas: pH de 4,8 em CaCl₂; 32 mg/dm³ de matéria orgânica; 11,8 mg/dm³ fósforo resina; 1,1; 17,7; 7,8; e 30,8 mmolc/dm³ de potássio, cálcio, magnésio, hidrogênio+alumínio, respectivamente; e 46,3% de saturação por bases. A adubação de manutenção foi aplicada na segunda semana de novembro, por meio da aplicação de 50 kg/ha de P₂O₅ e 70 kg/ha de K₂O e

fertilizados com $180 \text{ kg N ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$, parceladas em três aplicações durante o período chuvoso, de acordo com as condições climáticas, sendo a ureia a fonte do nitrogênio. As aplicações foram no início de dezembro de 2015, no fim de janeiro de 2016 e no início de março de 2016.

b) Animais, tratamentos e delineamento experimental

A fase de recria dos animais foi conduzida em regime de pastejo, durante o período das águas, com início no dia 01/12/2015 até 25/03/2016, sendo 10 dias de adaptação e 105 dias de avaliação dos animais. Foram utilizados 81 tourinhos Nelore, com peso corporal inicial médio de $255 \text{ kg} \pm 26,7$. Os animais foram mantidos em 12 piquetes, distribuídos de acordo com a Figura 1, todos manejados a 25 cm de altura, em sistema de lotação contínua e taxa de lotação variada, utilizando a técnica de “*put and take*” (MOTT & LUCAS, 1952).

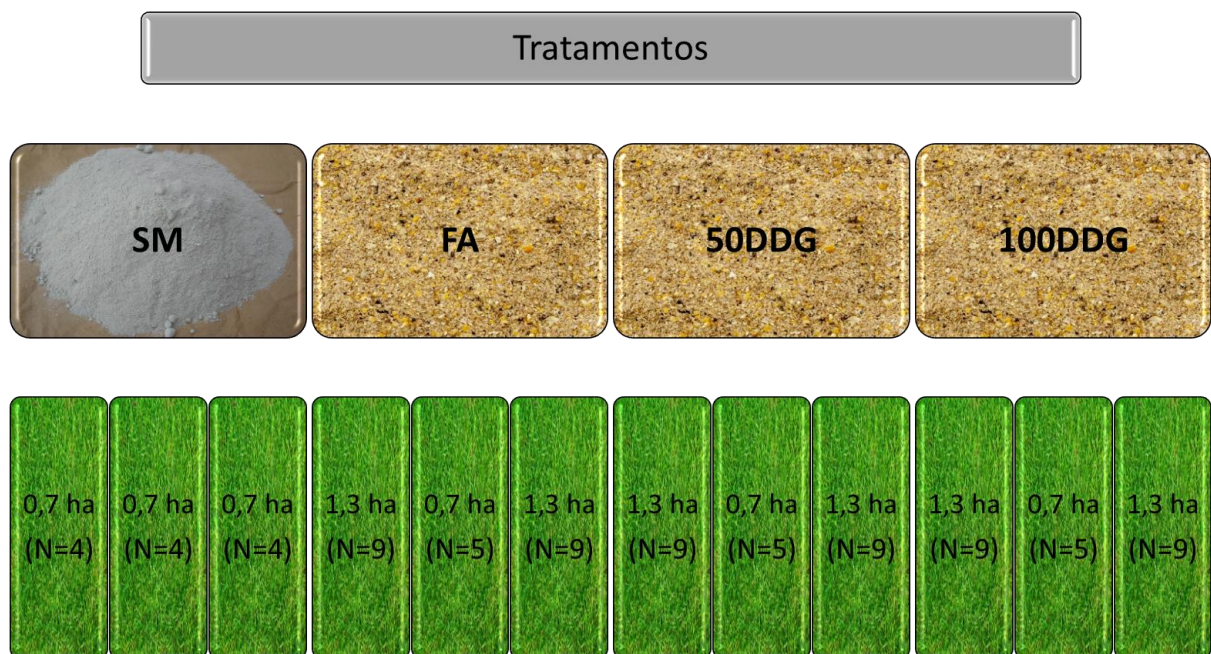


Figura 1. Distribuição dos animais nas áreas experimentais.

Nesse período e a suplementação mineral foi *ad libitum*, e o fornecimento do suplemento proteico energético foi diário, sendo ajustado na quantidade de 0,3% do peso corporal (PC) a

cada 15 dias. O suplemento era fornecido sempre as 11:00 horas, em cochos descobertos com área mínima de 0,3 m linear/animal.

Os animais foram distribuídos ao acaso em quatro tratamentos e três repetições (piquetes) e arranjados em delineamento inteiramente casualizado. Antes do início os animais foram submetidos a adaptação aos seguintes suplementos: SM: Suplemento mineral (*ad libitum*); FA: suplemento com milho como fonte energética e farelo de algodão como fonte proteica; 50DDG: suplemento com substituição de 50% da fonte proteica do FA por DDG e 100DDG: suplemento com substituição de 100% da fonte proteica do FA por DDG. Os suplementos avaliados são apresentados na Tabela 2.

c) *Massa de forragem, composição morfológica e oferta de forragem*

Avaliações de forragem foram feitas a cada 28 dias, durante todo o período de permanência dos animais nos pastos, por meio do corte e coleta de amostras de forragem em cada piquete. A altura média do dossel durante o período chuvoso foi avaliada a cada 7 dias, a partir da medição de 80 pontos aleatórios 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 (altura média) em cada piquete. A forragem foi cortada rente ao solo em área delimitada por aro circular de 0,25m². As amostras foram pesadas inicialmente, depois sub amostradas em 2 partes, sendo uma para determinação da composição morfológica dos pastos, separadas manualmente em material senescente (folha e colmo), haste verdes (bainha foliar e colmo) e laminas foliares verdes, e uma para estimativa da disponibilidade de massa seca total (MST, kg MS ha⁻¹) de forragem de cada piquete. As amostras foram secas em estufa com circulação de ar a 55° C por 72 h e pesadas.

Tabela 2. Inclusão dos ingredientes e composição química dos suplementos utilizados na suplementação de bovinos de corte durante a fase de recria no período chuvoso.

| Ingredientes (% base matéria seca) | Suplementos ¹ | | | |
|---|--------------------------|--------------|-------------------|------------|
| | SM | FA | 50DDG | 100DDG |
| -----Proporção dos ingredientes----- | | | | |
| Milho Moído (M) | | 50,04 | 50,01 | 50,03 |
| Farelo de Algodão (FA) | | 30,80 | 15,50 | - |
| DDG Milho | | - | 18,50 | 37,20 |
| Sal branco | | 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 |
| Núcleo Mineral* | | 0,09 | 0,09 | 0,09 |
| Monensina 200** | | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| Suplemento Mineral*** | 100 | | | |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 |
| -----Composição química dos suplementos (%)----- | | | | |
| FDN _{cp} ² (% MS) | | 17,96 | 24,51 | 31,13 |
| FDN _i ³ (% MS) | | 10,76 | 12,39 | 9,94 |
| CNF ⁴ (% MS) | | 40,78 | 37,85 | 34,91 |
| PDR ⁵ (% PB) | | 53,60 | 51,23 | 48,63 |
| PNDR ⁶ (% PB) | | 46,40 | 48,77 | 51,37 |
| Proteína Bruta (% MS) | | 16,55 | 15,94 | 15,3 |
| 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 | 2,24 | 2,02 |
| -----Composição química dos ingredientes (%)----- | | | | |
| | | <i>Milho</i> | <i>F. Algodão</i> | <i>DDG</i> |
| FDN _{cp} (% MS) | | 13,10 | 37,02 | 66,07 |
| FDN _i (% MS) | | 2,20 | 13,62 | 6,87 |
| CNF (% MS) | | 73,82 | 22,48 | 1,84 |
| Extrato Etéreo (% MS) | | 4,04 | 1,44 | 3,11 |
| Proteína Bruta (% MS) | | 9,04 | 39,06 | 28,98 |
| PDR (% PB) | | 45,13 | 56,79 | 50,1 |
| PNDR (% PB) | | 54,87 | 43,21 | 49,9 |

*Níveis de garantia: Cálcio - 16,204 g kg⁻¹; cobre - 45.900 mg kg⁻¹; manganês - 28.270 mg kg⁻¹; zinco - 170.000 mg kg⁻¹; cobalto - 2.505 mg kg⁻¹; Iodo - 3.400 mg kg⁻¹; selênio - 884 mg kg⁻¹. **Monensina 200: Monensina sódica: 200 g/kg. ***Suplemento mineral: Cálcio - 153 g.kg⁻¹; Fósforo - 90 g.kg⁻¹; Sódio - 125 g.kg⁻¹; Magnésio - 10 g.kg⁻¹; Enxofre - 40 g.kg⁻¹; cobre - 1.670 mg kg⁻¹; Flúor - 1.500 g.kg⁻¹; manganês - 1.290 mg kg⁻¹; zinco - 6.200 mg kg⁻¹; cobalto - 100 mg kg⁻¹; Iodo - 124 mg kg⁻¹; selênio - 32 mg kg^{-140,07}

¹SM: 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 DDG e 100DDG: suplemento com substituição de 100% da fonte proteica do FA por DDG; ²Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; ³Fibra insolúvel em detergente neutro indigestível. ⁴Carboidrato não fibroso; ⁵Proteína degradada no rúmen; ⁶Proteína não degradada no rúmen.

A oferta de forragem (OF) foi calculada em função da MF e da carga animal em cada piquete. Foram estimadas as OF verde (colmo + folhas) e de folhas, com base na MS destes componentes.

d) Valor nutritivo

Na determinação do valor nutritivo da forragem as amostras do pasto que representam a fração consumida pelos animais foram coletadas a cada 28 dias a partir da simulação do pastejo (SOLLEMBERGER & CHERNEY 1995), coletadas pelo método "*hand-plucking*" que consiste em colher a forragem após prévia observação do hábito de pastejo dos animais. As amostras frescas foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas. Após a pré-secagem, todas as amostras de forragem, bem como dos suplementos foram processadas em moinho do tipo Willey, com peneira de malha com crivo de 1mm, exceto para análises de FDNi (fibra em detergente neutro indigestível) que foram moídas em 2mm, e incubados *in situ* por 288 horas e depois extraídos com detergente neutro (VALENTE et al., 2011).

As amostras foram quantificadas quanto aos teores de matéria seca (MS, método 934,01), matéria orgânica (MO, método 942,05), extrato etéreo (EE, método 954,02) de acordo com a AOAC (1990). A avaliação dos teores de compostos nitrogenados 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). As avaliações de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas no analisador de fibra ANKOM 2000 (Ankom Technologies, Macedon, NY), segundo Goering e Van Soest (1970). No resíduo de FDN foram quantificados os teores de cinzas e proteínas (FDNcp) e lignina, respectivamente. A lignina foi obtida por diferença após a solubilização da celulose em H₂SO₄ 72%. A determinação da FDN dos concentrados foi realizada de acordo Van Soest et al. (1991) e nas análises dos alimentos com alto teor de amido

utilizou amilase termoestável. As análises de nitrogênio insolúvel em detergente neutro e ácido foram de acordo com (ROBERTSON & VAN SOEST, 1981 e LICITRA et al., 1996). O fracionamento da proteína foi realizado de acordo com Licitra et al. (1996). A energia bruta foi avaliada usando-se uma bomba calorimétrica adiabática (PARR Instrument Company 6300, Illinois, USA)

Foi realizado a análise e estimativa dos carboidratos não fibrosos (CNF) dos suplementos, bem como fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDN_{pd}) através da obtenção da FDN_i.

A MS_{pd} foi calculada segundo a equação descrita por Paulino et al. (2006):

$$MS_{pd} = 0,98 \times (100 - FDN) + (FDN - FDN_i).$$

Onde: 0,98 = coeficiente de digestibilidade verdadeiro do conteúdo celular; FDN = fibra em detergente neutro; FDN_i = fibra em detergente neutro indigestível.

e) Parâmetros nutricionais e metano entérico

Foi avaliado o consumo e digestibilidade dos nutrientes, eficiência microbiana e produção de metano entérico. Foram utilizados 24 animais (PC= 380 kg), sendo 6 por tratamento, e 2 de cada piquete. As avaliações iniciaram dia 20/02/2016 sendo a produção de metano avaliada através da técnica de medição direta de metano ruminal, na qual um pequeno tubo de permeação contendo SF₆ com taxa de liberação conhecida é inserido no rúmen do animal (PRIMAVESI et al., 2004). Os animais eram dotados com um cabresto equipado com tubo capilar, ajustado na cabeça do animal, com prévia adaptação, e conectado a uma câmara (canga) de cloreto de polivinila (PVC), equipada com válvula, previamente submetida a vácuo. Após a amostragem a canga é pressurizada com N e as concentrações de CH₄ e SF₆ determinadas por cromatografia gasosa. As mensurações ocorreram após prévia adaptação de 5 dias apenas com as cangas. As cangas foram trocadas diariamente durante os cinco dias consecutivos de avaliações. As

concentrações de CH₄ e SF₆ foram obtidas por cromatografia gasosa. A taxa de emissão de CH₄ pelos tourinhos foi calculada em relação à emissão de SF₆ pela cápsula no rúmen, com subtração da concentração de CH₄ ambiental pela equação:

$$\text{CH}_4 = \text{CSF}_6 \times ([\text{CH}_4]_c - [\text{CH}_4]_{\text{Amb}}) / [\text{SF}_6]_c$$

Onde: CH₄ = taxa diária de emissão por animal, CSF₆ = emissão conhecida de SF₆ pela cápsula ruminal, [CH₄]_c = concentração de CH₄ coletada na canga, [CH₄]_{Amb} = concentração de CH₄ no ambiente, e [SF₆]_c = concentração de SF₆ na canga.

Nas avaliações de consumo, digestibilidade e eficiência microbiana, os mesmos animais foram usados. Para avaliação do consumo e digestibilidade foram empregados os métodos dos indicadores. Na estimativa da produção fecal o óxido de cromo (Cr₂O₃) foi utilizado com marcador externo, sendo aplicado sempre às 9 horas da manhã durante 10 dias. Cada animal recebeu 10g de Cr₂O₃ acondicionado em cartuchos de papel e introduzido por meio de uma sonda esofágica a partir do dia 25/02/2016.

No 8º, 9º e 10º dia de aplicação do indicador foram realizadas coletas de fezes as 07h00 e 13h00; 09h00 e 15h00; e 11h00 e 17h00, respectivamente, logo após defecação espontânea. Nesses mesmos dias, foi realizado uma simulação manual do pastejo por dia de coleta para avaliar o consumo de pasto. O consumo de forragem foi estimado com base nos dados de produção fecal e da FDNi como marcador interno. Foi elaborada uma amostra composta das fezes com base no peso seco ao ar, por animal, dos três dias de coleta, identificadas e posteriormente analisadas quanto aos teores: de cromo, por espectrofotometria de absorção atômica (KIMURA & MILLER, 1957), e quanto aos teores dos nutrientes como descritos anteriormente.

O consumo individual do suplemento foi estimado de acordo com a média de fornecimento dos suplementos para cada animal no piquete (0,3% do PC).

A partir do consumo de nutrientes pela forragem e suplementos e a excreção destes nas fezes calculou-se a digestibilidade aparente total através do cálculo: $DMS = (CMST - EF) / CMST$ onde, DMS = digestibilidade aparente total da matéria seca (%); CMST = consumo de matéria seca total (kg/dia); EF = excreção fecal (kg/dia).

No 11º dia foram realizadas coletas de sangue e urina aproximadamente 4 horas após a suplementação. A coleta de urina foi realizada na forma de amostra spot (aproximadamente 300 ml), em micção espontânea dos animais. As amostras foram filtradas em camada tripla de gaze e uma alíquota de 10ml foi diluída com 40 ml de ácido sulfúrico (0,036N), a qual destinou-se a quantificação das concentrações urinárias de creatinina e derivados de purina. Uma segunda alíquota de urina pura foi separada para determinação do nitrogênio total pelo método de combustão de Dumas, utilizando-se o equipamento Leco®, modelo FP-528 (Leco Corporation, Michigan, USA). A creatinina foi utilizada como indicador de produção urinária (CHIZZOTTI et al., 2008) e foi determinada nas amostras spot de urina com o uso de kit comercial (Labtest, Lagoa Santa, MG, Brazil). O volume urinário foi estimado pela razão entre excreção de creatinina e concentração na amostra spot (mg/L) assumindo o valor de excreção diária de 27.11(mg/kg PC-1) (BARBOSA et al., 2006).

A alantoína e ácido úrico foram calculadas segundo método calorimétrico. A excreção total de derivados de purina foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretadas na urina, expressas em mmol/dia (CHEN e GOMES, 1995). As purinas absorvidas em (Y, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de derivados de purina (X, mmol/dia), por intermédio da equação: $Y = (X - (0,30PC^{0,75})) / 0,80$ em que: 0,80 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purina e $0,30PC^{0,75}$, a contribuição endógena para a excreção de purinas (BARBOSA et al., 2011).

A síntese ruminal de nitrogênio microbiano (Y, g N/dia) foi calculada em função das purinas absorvidas (X, mmol/dia), pela equação de Barbosa et al. (2011):

$Y=70X/0,93 \times 0,137 \times 1000$, em que 70 é o conteúdo de N de purinas (mg/mmol), 0,137 a relação N purina:N total nas bactérias e 0,93 a digestibilidade verdadeira das purinas microbianas. A eficiência de síntese de proteína microbiana foi expressa em gramas de nitrogênio microbiano por quilo de MO digestível aparentemente fermentada no rúmen (MOADR). A MOADR foi obtida pelo cálculo do consumo de MO digestível pelos animais multiplicado pelo fator 0,65 (ARC, 1984). À partir do nitrogênio microbiano (g/dia) foi calculado a proteína microbiana pela multiplicação com o fator 6,25 e a eficiência de proteína microbiana por kg de NDT consumido.

As amostras de sangue foram coletadas diretamente na veia jugular utilizando-se tubos a vácuo e gel acelerador de coagulação. O sangue foi centrifugado após a coleta a 5.000 rpm por 15 minutos e, então, amostras de plasma foram retiradas e acondicionadas em tubos eppendorf, que foram congelados a -15°C , para posterior análise da concentração de nitrogênio ureico, utilizando-se kit comercial (Labtest, Lagoa Santa, MG, Brazil). O nitrogênio uréico sanguíneo foi obtido por meio da multiplicação da ureia pelo fator 0,4667.

f) Desempenho dos animais

O ganho médio diário dos animais foi obtido por meio das pesagens no início e no final do período experimental, após jejum prévio alimentar e hídrico de 14 horas. Foram realizadas pesagens a cada 28 dias com os animais com trato digestivo cheio para ajuste do fornecimento de concentrado. O ganho por área é calculado com base nos ganhos individuais médios e o número de animais em cada piquete durante o período avaliado, considerando o número de animais dias. Os animais a serem usados como reguladores foram considerados nos cálculos para determinação da taxa de lotação e ganho por área considerando os dias de ocupação destes em cada piquete (MOTT e LUCAS, 1958). O peso corporal total dos animais de cada piquete, em cada período determinado, permitiu determinar a taxa de lotação em unidades animal por

hectare (450 kg PC ha⁻¹), bem como a oferta de MS total, e material verde e lâminas foliares verdes.

g) Análises estatísticas

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado. As análises dos dados foram realizadas por meio do pacote estatístico SAS (2008), versão 9.2, por meio de modelos mistos pelo PROC MIXED. Cada piquete foi considerado como unidade experimental e o PC inicial foi utilizado como covariável para a análise estatística de GMD. As análises foram realizadas considerando os suplementos como efeitos fixos e os piquetes com efeito aleatório. Para comparação de médias foi utilizado o teste Tukey usando a opção PDIFF no comando LSMEANS, sendo as mesmas consideradas diferentes quando $p < 0,05$.

2.3. RESULTADOS e DISCUSSÃO

Os valores de disponibilidade total de matéria seca do pasto (Massa de forragem - MF) as frações morfológicas (folha verde, colmo verde e material morto) e de MS_{pd} (matéria seca potencialmente digestível) do pasto apresentaram-se semelhantes nos diferentes tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3. Massa de forragem, frações morfológicas e composição bromatológica da forragem avaliada durante o período de suplementação dos tourinhos em fase de recria.

| Item | Suplementos | | | | |
|--|-------------|------|-------|--------|---------------|
| | SM | FA | 50DDG | 100DDG | Desvio Padrão |
| Massa de forragem (t MS/ha) | 6,20 | 5,79 | 6,32 | 6,47 | 1,33 |
| Oferta de forragem (kg de MS/kg de PC) | 2,41 | 2,30 | 2,41 | 2,46 | 0,65 |
| Folha verde(%) | 32,4 | 37,4 | 34,0 | 33,8 | 11,50 |
| Colmo verde(%) | 37,2 | 36,7 | 34,0 | 34,9 | 4,07 |
| M. Morto (%) | 30,3 | 25,9 | 32,0 | 31,3 | 10,80 |
| Composição química (% MS) | | | | | |
| Materia orgânica (%) | 91,0 | 90,6 | 90,6 | 90,5 | 0,01 |
| MSpd ¹ (%) | 84,2 | 84,7 | 84,5 | 84,0 | 0,74 |
| FDNcp ² (%) | 55,8 | 56,5 | 55,6 | 56,1 | 0,02 |
| FDNi ³ (%) | 14,3 | 14,7 | 14,8 | 15,2 | 0,03 |
| Proteína bruta (%) | 15,5 | 16,5 | 16,9 | 16,9 | 0,02 |
| Extrato Etéreo (%) | 2,48 | 2,4 | 2,46 | 2,49 | >,01 |
| 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 | 8,50 | 8,50 | 7,98 | 0,02 |

*SM: 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 DDG e 100DDG: suplemento com substituição de 100% da fonte proteica do FA por DDG. ¹Materia seca potencialmente digestível; ²Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; ³Fibra insolúvel em detergente neutro indigestível.

A disponibilidade de pasto como recurso nutricional basal deve ser conduzida sob a ótica da fração potencialmente digestível, determinada com a aplicação do conceito de MSpd, porque está íntegra quantidade e qualidade disponível no momento para o animal, independentemente da taxa de lotação ou da estação do ano (Paulino et al., 2008). Considerando que aproximadamente 84% da forragem é matéria seca potencialmente digestível, temos uma oferta de pasto potencialmente digestível de 2 kg de MS/kg de PC.

Quando a oferta de folha verde é limitante, o animal passa a ingerir folha seca e colmo, reduzindo a qualidade da dieta ingerida (Hodgson et al., 1994). Contudo, como não houve variação nas características estruturais do pasto, a dieta colhida pelo animal não foi influenciada pela disponibilidade e acessibilidade aos componentes preferidos, principalmente folha, que

corresponde a uma condição importante para satisfazer as necessidades nutricionais dos animais (Hodgson et al., 1990). O fato de não ocorrer alteração na massa de forragem, proporcionou uma boa disponibilidade de folhas verdes (2129 kg ha^{-1}), indicando maior valor nutritivo do pasto ingerido (Nave et al., 2013).

Considerando que a oferta de forragem é uma relação quantitativa e instantânea entre massa de forragem e taxa de lotação, e expressa uma relação entre o peso de forragem por um número de unidades animais em um ponto qualquer no tempo (SOLLENBERGER et al., 2005), sugere-se que a oferta de forragem ideal para maximizar ganho de peso varia de acordo com o valor nutritivo da forragem, como demonstrado por Guerrero et al. (1984) que observaram menores oferta de forragem para atingir o máximo ganho de peso dos animais quando aumentou a digestibilidade da forragem.

A massa de forragem próxima de 6 ton. 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 ($\text{FDNi} = 14,8\%$ e fração C da PB = $8,3\%$) e elevados teores de PB ($16,4\%$), com média de fração A de $36,95\%$ tendem a otimizar o desempenho de animais mantidos em regime de pastejo associado com suplementos de menor degradabilidade ruminal de proteína. Enfatizando, que o FDNi constitui um dos principais elementos associados aos mecanismos de regulação física do consumo de forragens tropicais uma vez que, proporcionalmente, apresenta maior efeito de repleção por ser retirada do ambiente ruminal apenas por passagem (LAZZARINI et al., 2009).

O alto teor de PB do pasto foi bem superior ao mínimo necessário para que os microrganismos tenham condições de utilização dos substratos energéticos fibrosos relatado por Detmann et al. 2014. Assim o consumo de forragem não foi limitado por fatores nutricionais e

estruturais, que podem modificar a relação entre proteína dietética ingerida e matéria orgânica digestível na dieta.

O consumo de matéria seca total (CMST) e de pasto (CMSP) não foi afetado ($P > 0,50$) em função dos diferentes suplementos fornecidos (Tabela 4). Considerando que o consumo de pasto é regido por fatores nutricionais e não nutricionais, os fatores nutricionais segundo Reis et al. (2009) são aqueles decorrentes da dieta basal, sendo grande a influência determinada pela fibra insolúvel que participa diretamente no efeito de repleção ruminal. Entretanto, fatores não nutricionais estão ligados ao efeito promovido pela planta através da apresentação da estrutura do dossel e ao efeito dos animais na seleção da forragem, tamanho e taxa de bocados e tempo de pastejo (REIS et al., 2009).

A suplementação com concentrado não afetou o consumo de forragem. No entanto, considerando que a suplementação é capaz de modular o consumo através de efeito associativo (substitutivo, aditivo ou combinado, Moore, 1980), pode se notar uma tendência na diminuição de consumo de pasto (substitutivo) em % do PC nos animais suplementados com concentrado.

O consumo de pasto é dependente da quantidade e da qualidade da forragem ofertada. A inclusão de teores e diferentes frações da PB na dieta de bovinos criados em regime de pastejo, pode ampliar o consumo de pasto até níveis proteicos próximos a 10% pois a partir deste nível dietético de PB, afirmaram que as exigências microbianas de compostos nitrogenados seriam atendidas e não haveria mais estímulo sobre o consumo (FIGUEIRAS et al., 2010).

Tabela 4. Consumo de nutrientes de bovinos em regime de pastejo durante a estação das águas recebendo diferentes suplementos.

| Item | Suplementos | | | | EPM | P valor |
|-----------------|-------------|-------|-------|-------------------|------|---------|
| | SM | FA | 50DDG | 100DDG | | |
| CMST (kg/dia) | 9,29 | 10,2 | 9,76 | 9,00 | 0,59 | 0,511 |
| CMSP (kg/dia) | 9,29 | 9,15 | 8,68 | 7,96 | 0,57 | 0,406 |
| CMSP (%PC) | 2,57 | 2,29 | 2,17 | 2,06 | 0,13 | 0,090 |
| CMSS (kg/dia) | 0b | 1,07a | 1,08a | 1,04 ^a | 0,03 | 0,001 |
| CMO (kg/dia) | 8,44 | 8,96 | 8,61 | 7,96 | 0,53 | 0,629 |
| CPB (kg/dia) | 1,17 | 1,41 | 1,36 | 1,27 | 0,08 | 0,239 |
| CFDNcp (kg/dia) | 5,18 | 5,31 | 5,02 | 4,72 | 0,32 | 0,610 |
| CFDNi (kg/dia) | 1,38 | 1,43 | 1,41 | 1,31 | 0,10 | 0,811 |
| CEB (MJ/dia) | 156 | 183 | 165 | 152 | 0,58 | 0,228 |
| CED (MJ/dia) | 106 | 134 | 114 | 109 | 0,46 | 0,162 |
| CEM (MJ/dia) | 93,8 | 122,3 | 100,5 | 95,5 | 0,6 | 0,203 |

* letras minúsculas diferentes na linha se diferem entre si ($P < 0,05$). EPM = Erro padrão da média. CMST: Consumo de matéria seca total; CMSP: Consumo de matéria seca do pasto; CMSS: Consumo de matéria seca do suplemento; CMO: consumo de matéria orgânica; CPB: consumo de proteína bruta; CFDNcp: consumo de fibra em detergente neutro corrigido pra cinzas e proteína; CFDNi: consumo de fibra em detergente neutro indigestível; CEB: Consumo de energia bruta. CED: Consumo de energia digestível; CEM: consumo de energia metabolizável.

Porém Detmann et al. (2014), revisando trabalhos publicados, afirmaram haver estímulo no consumo de MS até níveis de 14,5% de PB na dieta, o que indica que metabólitos ou efeitos pós-digestivos da proteína afetam positivamente a ingestão, além de seus efeitos sobre a degradação ruminal. Todavia a PB da forragem (16,3% PB) está acima dos teores sugeridos pelos autores, para haver algum estímulo no consumo de pasto, considerando que o fornecimento de proteína verdadeira torna-se importante uma vez que bactérias celulolíticas demandam para seu crescimento esqueletos de carbono, ácidos graxos voláteis de cadeia ramificada, oriundos da fermentação de aminoácidos e peptídeos (OWENS e ZINN, 1993).

Pastos com elevado teor de proteína solúvel permitem maior eficiência de utilização, aliado com uma 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 foi devido ao teor de PB dos pastos e, considerando que os animais ingeriram 0,3% PC de suplemento, resultando em consumo adicional de PB em relação suplemento mineral (SM).

Considerando que a digestibilidade do alimento está relacionada com a capacidade de permitir que o animal utilize os nutrientes em maior ou menor proporção, remete ao fato intrínseco ligado as características de cada alimento e não do animal (COELHO DA SILVA & LEÃO, 1979). Segundo Mertens (1992), a ingestão de alimento é responsável por 70% da variação no potencial de produção animal e os 30% restantes é advindo da digestibilidade e eficiência de utilização dos alimentos. Esses conceitos tornam-se ainda mais preponderantes quando suplementos com DDG são adicionados na dieta.

Conforme relatado por Kleinschmit et al., (2007) e Castillo-Lopez et al., (2012), o calor aplicado durante o processo de secagem pode reduzir a disponibilidade de proteína para degradação no rúmen. O conteúdo do PNDR de DDG pode ser influenciado pelo método de processamento durante a produção de etanol, onde Kelzer et al. (2010) relataram que o conteúdo de PNDR de DDG que não tinham exposição ao calor antes da fermentação é de 33,2%, enquanto que o conteúdo do PNDR de DDG que teve exposição ao calor antes da fermentação é de 56,3%.

Como indicativo de eficiência de aproveitamento alimentar, a digestibilidade dos diferentes componentes dos alimentos apresenta forte relação com o fornecimento e/ou sincronismo entre os compostos nitrogenados e energéticos que o animal consome. Não houve diferenças significativas nos valores de digestibilidade aparente da MS e energia Digestível (ED, Tabela 5), devido à alta qualidade da forragem, 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 PNDR ao animal, principalmente os tratamentos 50DDG e 100DDG, pois nestes havia inclusão de DDG,

ingredientes com valores mais elevados de PNDR. Pode-se observar que os pastos apresentam altos teores das frações proteicas A (36,95%), e B1+B2 (35,02%), as quais são mais rapidamente degradáveis no rúmen.

Tabela 5. Coeficientes de digestibilidade aparente total dos nutrientes de bovinos em regime de pastejo durante a estação das águas recebendo diferentes suplementos.

| Item | Suplementos | | | | EPM | <i>P</i> valor |
|--------|-------------------|-------|--------|--------|------|----------------|
| | SM | FA | 50DDG | 100DDG | | |
| | Digestibilidade % | | | | | |
| DMS | 68,0 | 68,4 | 67,8 | 65,4 | 0,77 | 0,060 |
| DMO | 70,3ab | 72,1a | 71,4a | 67,9b | 0,64 | 0,007 |
| DPB | 63,7ab | 65,7a | 64,4ab | 60,9b | 0,97 | 0,044 |
| DFDNcp | 60,6ab | 64,0a | 61,6ab | 58,2b | 1,14 | 0,040 |
| DE | 68 | 73 | 69 | 71 | 0,47 | 0,109 |

* letras minúsculas diferentes na linha se diferem entre si ($P < 0,05$). EPM = Erro padrão da média. DMS: digestibilidade da matéria seca; DMO: digestibilidade da matéria orgânica; DPB: digestibilidade da proteína bruta; DFDNcp: digestibilidade da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; DE: digestibilidade da energia

Os suplementos FA, 50DDG e 100DDG apresentaram 18,0%, 11,43% e 11,39% da fração A (%PB) e 35,15%, 49,72% e 52,66% das frações B1+B2 (%PB), respectivamente, comprovando que os tratamentos com inclusão de DDG 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.

Entretanto a digestibilidade da proteína bruta diferiu ($P < 0,05$), pelo fato da maior quantidade de fração C da proteína dos suplementos com maior inclusão do DDG. O efeito da secagem para obtenção do DDG pode comprometer em parte a digestibilidade dos nutrientes, pois processo de extração do etanol faz-se com altas temperaturas, o que pode destruir alguns constituintes, convertendo-os em compostos que não podem ser aproveitados pelos animais,

reduzindo assim a digestibilidade dos nutrientes (NRC, 2000), diminuindo assim a digestibilidade da matéria orgânica e FDNcp quando se aumenta a quantidade de DDG na dieta dos animais.

Entretanto, as características metabólicas dos suplementos, em especial dos valores de proteína e energia dos DDG são necessários para a exploração prática efetiva dos mesmos na nutrição de ruminantes. Quando se utiliza o DDG como ingrediente na dieta de ruminantes, a atenção deve ser focada principalmente sobre a qualidade da proteína bruta e suas características metabólicas, tais como subfrações da proteína, degradabilidade *in situ* da PB, digestibilidade intestinal da PNDR (CHRENKOVÁ, et al., 2012). Assim, o fornecimento de PNDR via suplementação é importante porque contribui para atendimento das exigências de proteína metabolizável (NRC, 2000). Quando DDG são fornecidos na dieta de bovinos de corte, pode contribuir para o fornecimento de proteína metabolizável, PNDR, energia e N para microbiota ruminal, onde são utilizados para síntese de proteína microbiana (CASTILLO-LOPEZ et al., 2012).

Todavia os suplementos não afetaram ($P>0,05$) o nitrogênio ureico no soro, balanço de nitrogênio e a eficiência de síntese de proteína microbiana (Tabela 6).

Valadares et al., (1997) sugeriram que os níveis de N-ureia no soro entre 13,52 e 15,15 mg/dL correspondem à máxima eficiência microbiana e provavelmente seria o limite no qual ocorre perda de proteína para novilhos. O valor médio de nitrogênio ureico no soro (NUS) foi de 12,2 mg/dL, valor esse próximo do recomendado por Valadares et al., (1997) para máxima eficiência microbiana. No entanto os valores encontrados para o NUS ficaram dentro do intervalo considerada normal para bovinos, que variam de 10 a 30 mg/dL (Swenson & Reece, 1996). No qual segundo Staples et al. (1993), estas concentrações são indicadores da proteína não utilizada pelo animal.

Tabela 6. Utilização do nitrogênio e eficiência de síntese de proteína microbiana de bovinos mantidos em regime de pastejo recebendo diferentes suplementos.

| Item | Suplementos | | | | EPM | P valor* |
|-----------------------------|-------------|--------|--------|--------|--------|----------|
| | SM | FA | 50DDG | 100DDG | | |
| Utilização do nitrogênio | | | | | | |
| N ureico plasma (mg/dL) | 11,66 | 12,28 | 12,52 | 12,36 | 0,6428 | 0,7955 |
| N ingerido (g/dia) | 187,5 | 225,4 | 217,9 | 203,4 | 12,83 | 0,1967 |
| N fezes (g/dia) | 67,88 | 77,47 | 77,87 | 79,26 | 5,102 | 0,3942 |
| N urina (g/dia) | 45,06 | 50,08 | 64,91 | 59,07 | 6,944 | 0,2115 |
| N retido (g/dia) | 74,52 | 97,92 | 75,19 | 65,11 | 10,05 | 0,1587 |
| N retido (% ingerido) | 39,50 | 42,94 | 34,09 | 31,92 | 4,076 | 0,2401 |
| Eficiência Microbiana g/dia | | | | | | |
| N microbiano | 128,08 | 110,7 | 115,7 | 103,13 | 15,34 | 0,7090 |
| PB microbiana | 800,48 | 691,90 | 723,15 | 644,58 | 58,57 | 0,7238 |
| PBmic/kg MOD ¹ | 136,68 | 110,88 | 115,65 | 118,09 | 14,45 | 0,6152 |
| PBmic/kg NDT ² | 129,01 | 105,17 | 110,04 | 111,39 | 13,95 | 0,6521 |
| Nmic/kg MOADR ³ | 33,64 | 27,29 | 28,46 | 29,06 | 3,57 | 0,6152 |

* letras minúsculas diferentes na linha se diferem entre si ($P < 0,05$). EPM = Erro padrão da média. ¹ Proteína bruta microbiana/kg de consumo de matéria orgânica digestível. ² Proteína bruta microbiana/kg de consumo de nutrientes digestíveis totais. ³ nitrogênio microbiana/kg de consumo de matéria orgânica aparentemente degradada no rúmen.

A eficiência de síntese de proteína microbiana (EFM) depende da disponibilidade de carboidratos e de nitrogênio no rúmen (NRC, 2001). Assim, o crescimento microbiano é maximizado pela sincronização entre a disponibilidade da energia fermentável e o N degradável no rúmen (Dewhurst et al., 2000). Como não houve efeito com relação ao tipo de suplementação oferecida aos animais sobre a eficiência microbiana ($P > 0,05$), houve sincronismo entre energia e proteína no ambiente ruminal. Esses resultados mostram que gramíneas tropicais bem manejadas, com alto teores de nitrogênio solúvel, e fibra de alta qualidade (folhas verdes) não exigem fornecimento adicional de energia via suplementos para aumentar a incorporação de N no rúmen na forma de proteína microbiana, reduzindo a excreção de N nas fezes e urina.

Todavia quando o objetivo é aumentar o ganho de peso dos animais a suplementação com energia e proteína é essencial.

O valor médio encontrado na eficiência microbiana (29,61 g Nmic/kg MOADR) foi semelhante ao recomendado pelo ARC (1980), de 30 g Nmic/kg MOADR. Russel et al. (1992) salientam que expressar a eficiência microbiana pelo consumo de NDT ou MOD ignora o fato de muitas bactérias ruminais não utilizarem proteína e lipídeos como fonte de energia, e utilizam essencialmente carboidratos como fonte primária para seu crescimento. No entanto, estas formas de expressão têm sido utilizadas pela facilidade de mensuração.

Os valores médios de eficiência microbiana (113,9) expressos em g PBmic/kg NDT foram superiores ao de 130 g/kg, avaliado pelo NRC (2000) e de 120 g/kg, recomendado por Pina et al. (2010) como referência para condições tropicais. Com base no próprio NRC (2000), a produção microbiana pode variar de 53 a 140 g/kg de NDT e a recomendação de 130 g/kg, é uma generalização que nem sempre se aplica a todas condições.

Adicionalmente, o fornecimento de proteína verdadeira torna-se importante uma vez que bactérias celulolíticas demandam para seu crescimento esqueletos de carbono, ácidos graxos voláteis de cadeia ramificada, oriundos da fermentação de aminoácidos e peptídeos (OWENS e ZINN, 1993).

A relação média de 120,3 g PB/kg MOD nos suplementos está abaixo do valor crítico de 210 g PB/kg MOD apontado por Poppi e McLennan (1995) em que ocorrem perdas significativas de proteína dietética.

Isso pode limitar o crescimento microbiano ruminal uma vez que a forragem com alto teor de proteína solúvel permite baixa assimilação do nitrogênio ruminal em proteína microbiana em função da menor velocidade de degradação dos carboidratos fibrosos da forragem (DETMANN et al., 2005)

O desempenho produtivo dos animais criados a pasto está diretamente relacionado com a qualidade e a quantidade de forragem disponível para o pastejo, que podem influenciar no consumo de nutrientes (Hodgson et al. 1994). Hodgson et al. (1994), salientam que a dieta colhida pelo animal é selecionada segundo a preferência, mas modificada pela disponibilidade e acessibilidade dos componentes preferidos, ou seja, quando a oferta de folha verde for limitante, o animal passa a ingerir folha seca e colmo, reduzindo a qualidade da dieta ingerida. Esse fato pode acarretar em mudanças no desempenho do animal em função de sua condição metabólica, que pode ser melhorada quando esses parâmetros ligados a forragem forem favoráveis.

O ganho médio diário (GMD) e o peso corporal final (PCF) foram maiores ($P < 0,05$) quando os animais foram suplementados com 0,3% do peso corporal. O GMD foi aproximadamente 31% maior para os animais suplementados quando comparados com os que receberam apenas mistura mineral. A composição dos suplementos não afetou o GMD entre os animais suplementados com 0,3% do peso corporal. Por outro lado, a taxa de lotação foi semelhante quando comparou-se mistura mineral e os suplementados.

Portanto, o correto manejo dos pastos permite o ajuste da massa de forragem e a taxa de lotação com intuito de controlar, simultaneamente a qualidade e a quantidade de forragem disponível (REIS et al., 2009), e a suplementação permite modular os ganhos adicionais de aproximadamente $260 \text{ gramas.animal}^{-1}.\text{dia}^{-1}$.

A suplementação independente da composição do suplemento, proporcionou maior ganho de peso por hectare (29%), quando comparado com fornecimento apenas de mistura mineral. Como a taxa de lotação foi semelhante, o ganho de peso por hectare está diretamente relacionado com o ganho de peso individual.

Tabela 7. Médias de desempenho de tourinhos mantidos em pastagem de capim marandu associado a diferentes estratégias de suplementação no período das águas.

| Item | Suplementos | | | | EPM | P-valor ¹ |
|--|-------------|-------|-------|--------|------|----------------------|
| | SM | FA | 50DDG | 100DDG | | |
| Peso Inicial (kg) | 253 | 254 | 255 | 257 | - | - |
| Peso Final (kg) | 340b | 370a | 368a | 374a | 11,3 | 0,030 |
| Ganho médio diário (kg.dia ⁻¹) | 0,83b | 1,10a | 1,09a | 1,08a | 0,04 | <,001 |
| Taxa de lotação (UA.ha ⁻¹) | 5,55 | 5,83 | 5,76 | 5,78 | 0,29 | 0,794 |
| Ganho área (kg.ha ⁻¹ .dia ⁻¹) | 6,33b | 8,27a | 7,97a | 8,28a | 0,58 | 0,028 |

¹letras minúsculas diferentes na linha se diferem entre si (P < 0,05). EPM = Erro padrão da média.

Trabalhos conduzidos no Brasil com suplementação de animais em pastejo têm mostrado que, geralmente no período das águas, pastos manejados adequadamente e adubados possuem altos teores de proteína bruta, com grande proporção de fração (A, B1 e B2) de alta degradação ruminal (SANTOS et al., 2007). Em muitas situações pode ocorrer excesso de proteína bruta, principalmente de proteína degradável no rúmen, e não falta como tradicionalmente considerado em sistemas nos quais não há manejo do pasto, principalmente em relação à altura.

Nessas situações pode ocorrer excesso de nitrogênio na dieta, no qual o desempenho pode ser favorecido com o fornecimento de energia possibilitando maior síntese de proteína microbiana (DAVIES et al, 2005). Em condição de pastejo, o excesso de amônia ruminal ocorre em função da falta de sincronismo entre a degradação da proteína e a liberação de energia proveniente da degradação da fração fibrosa, o que compromete a eficiência de síntese de proteína microbiana (DAVIES et al. 2005), sendo o excesso de amônia ruminal, absorvida via epitélio e excretada pela urina, aumentando o impacto ambiental, decorrente da produção de óxido nítrico.

Essa falta de sincronismo pode levar à deficiência de PM (proteína metabolizável= proteína microbiana + PNDR) em sistema de pastejo (MacDONALD et al., 2007), e baixa eficiência de uso do nitrogênio devido a falta de sincronismo com a liberação de energia. Assim o aumento da quantidade de proteína metabolizável pode ser conseguido mediante o fornecimento de suplementos contendo proteína de baixa degradação ruminal.

Segundo o BR-Corte (2016) a exigência de um animal Nelore macho inteiro com PC de 400 kg com desempenho de 1 kg/dia é de 0,98 kg/animal/dia de PB, e 5,2 kg/dia de NDT, com consumo de matéria seca estimado entre 8,2 e 9 kg de matéria seca/dia. Sendo assim, o consumo de PB observado de 1,17; 1,41; 1,36; 1,27 kg/PB/animal dia não condiz com o ganho de peso, principalmente dos animais que receberam suplemento mineral (0,83 g de PC/dia). As 260 gramas a mais que os animais suplementados com proteína e energia ganharam, está relacionado com maior aporte de PNDR e aa que chegam no intestino aliado com carboidratos não fibrosos advindo da suplementação com proteína e energia. Pois a eficiência microbiana e produção de proteína microbiana foi igual em todos os suplementos avaliados. O balanço de nitrogênio e nitrogênio no soro não demonstraram excesso de proteína, fato que poderia ocorrer em virtude da alta qualidade do pasto bem manejado e adubado.

Neste sentido, o DDG é rico em proteína escape PNDR, porque o glúten não é removido durante o processamento do grão e a hidrólise e fermentação do amido (STOCK et al., 2000). Tal fato é desejável em situações em que se deseja ganhos mais elevados, principalmente em animais jovens em crescimento, que apresentam exigência proteica maior, devido a exigências em aminoácidos essenciais, sendo que a preocupação em suprir proteína não degradável no rúmen (PNDR) passa a ser mais pronunciada. Dessa forma o alto conteúdo de PNDR é uma característica importante de DDG, por causa do potencial para aumentar a quantidade de aminoácidos essenciais no pool de aminoácidos metabolizável (LI, et al., 2012).

O DDG é tradicionalmente utilizados nos Estados Unidos, demonstrando efeito positivo da suplementação na melhora do ganho de peso corporal de bovinos em pasto (MORRIS et al., 2006; KLOPFENSTEIN et al., 2007; MacDONALD et al., 2007; LOY et al., 2008). Nestes estudos o DDG, geralmente foi fornecido de maneira isolada e em poucos trabalhos há associação com outros ingredientes, porém não foi observado diferença no ganho de peso quando houve inclusão do DDG.

Além do aumento no desempenho animal, a suplementação formulada de acordo com as características do pasto tem contribuído para diminuição da emissão de metano (kg CH₄/kg ganho). Cardoso et al. (2016) trabalharam com diferentes níveis de intensificação de uso das pastagens no Brasil demonstrando que à medida que se intensifica o sistema, com uso de suplemento e manejo do pasto, ocorre redução na emissão de CH₄. Bovinos naturalmente produzem metano durante a fermentação ruminal, um importante contribuinte para o efeito estufa, pois seu potencial de aquecimento é 25 vezes maior em comparação ao gás carbônico (IPCC, 2006), sendo que a pecuária contribui com cerca 70% de toda a emissão de CH₄ das atividades agrícolas.

Não houve diferença (Tabela 8, $P > 0,05$) na produção de metano, exceto quando expresso em gramas de metano/kg de ganho de peso. Considerando que a emissão de metano pode ser alterada pela maior proporção de carboidrato não fibroso na dieta, pois os micro-organismos metanogênicos no rúmen produzem CH₄ a partir do H₂ e do CO₂, a suplementação tende a reduzir o suprimento de H₂ para a população metanogênica no rúmen (MORGAVI et al., 2010), porém esse efeito não foi observado quando comparado com os animais que receberam somente mineral.

Tabela 8. Produção de metano entérico de tourinhos mantidos em pastagem de capim marandu associado a diferentes estratégias de suplementação no período das águas.

| Item | Suplementos | | | | EPM | <i>P valor</i> ¹ |
|--------------------------------------|-------------|-------|--------|--------|------|-----------------------------|
| | SM | FA | 50DDG | 100DDG | | |
| CH ₄ (g/dia) | 179,5 | 165,4 | 184,8 | 190,1 | 13,2 | 0,586 |
| CH ₄ (g/kg CMS) | 19,45 | 16,67 | 19,57 | 21,35 | 1,58 | 0,291 |
| CH ₄ (g/kg MO digestível) | 0,30 | 0,26 | 0,31 | 0,35 | 0,02 | 0,191 |
| CH ₄ (kg/kg GMD) | 0,22b | 0,15a | 0,17ab | 0,18ab | 0,01 | 0,049 |
| CH ₄ (kg/animal/período) | 18,8 | 17,3 | 19,4 | 20,0 | 1,29 | 0,587 |
| CH ₄ (g CEB MJ/dia) | 1,15 | 0,93 | 1,16 | 1,26 | 0,09 | 0,169 |

¹ letras minúsculas diferentes na linha se diferem entre si ($P < 0,05$). EPM = Erro padrão da média.

Os animais suplementados com 0,3% do peso corporal apresentaram emissão de CH₄ por kg de ganho de peso 32% abaixo dos animais suplementados apenas com suplemento mineral. No entanto, variações no valor nutritivo do suplemento ao longo do período permitiu menor produção de metano por kg de ganho⁻¹ ($P < 0,05$) quando os animais receberam suplemento com DDG e FA em relação aos animais que receberam mineral. Isso pode estar relacionado com o valor nutritivo da forragem o que torna o manejo de pastagens aliado à suplementação uma ferramenta eficiente para redução na emissão de metano (BOLAND et al., 2013).

Segundo o IPCC (2006), a emissão média anual de CH₄ por bovinos de corte é de 49 kg/ano, e 134 g/animal/dia. Todos os resultados avaliados apresentaram emissão superior ao sugerido pelo IPCC (2006). Todavia esses valores são considerados com animais em sistemas de produção extensivos sem uso da suplementação. Segundo McGinn et al. (2009), dietas de animais em crescimento contendo DDG tendem a reduzir a emissão entérica de CH₄ em cerca de 16,4% quando ajustado para ingestão de matéria seca, e, portanto, uso de DDG em dietas de gado pode ser considerada uma estratégia útil na redução de CH₄ emitido.

Conforme relatado por Johnson e Johnson (1995), existem duas causas principais para esta variação na produção de metano: quantidade de carboidratos fermentados no rúmen e proporções relativas de propionato e de acetato produzidos, destacando assim, a importância do manejo das pastagens, visando a oferta de forragem com melhor valor nutritivo, e o fornecimento de suplementos concentrados para o balanceamento adequado da dieta, tornando-se estratégias interessantes com intuito de aumentar o desempenho, ganho de peso por área e redução das emissões de metano entérico de bovinos de corte em pastejo, sendo favorável do ponto de vista produtivo e ambiental (Boland et al., 2013, Barbero et al., 2015).

2.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A suplementação com 0,3% do peso corporal na época de águas, melhora o desempenho produtivo de animais mantidos em regime de pastejo. A substituição de farelo de algodão pelo DDG não afeta o consumo, o ganho de peso e a eficiência de síntese de proteína microbiana dos animais e pode substituir 100% da fonte proteica do suplemento.

2.5. LITERATURA CITADA

- ABIEC - **Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne**. Exportação Brasileira de Carne Bovina. 2015.< <http://www.abiec.com.br/texto.asp?id=8>.> Acesso em 15 de junho de 2018.
- Almeida, R.; Medeiros, S. R.; Calegare, L.; Albertini, T. Z.; Lanna, D. P. D. Fazendas de Terminação. In: Pires, A.V. **Bovinocultura de corte**. Piracicaba, FEALQ, v.1, p.760, 2010.
- Alves, J. O; Zhuo, C.; Levendis, Y. A. & Tenório, J.A.S. (2012). Síntese de nano materiais de carbono a partir do resíduo de milho (DDG). *Química Nova*, 35:1534-1537.
- AOAC. **Official Methods of Analysis**, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, 1990.
- ARC. **The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock**. Commonwealth Agricultural Bureau. Farnham Royal, UK, 1980.
- Arrigoni, M. D. B; Alves Jr., A; Dias, P. M. A.; Martins, C. L.; Cervieri, R. C.; Silveira, A. C.; Oliveira, H. N.; Chardulo, L. A. L. Desempenho, fibras musculares e carne de bovinos jovens de tres grupos geneticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.10, p.1033-1039, 2004.
- Barbero, R.P., Malheiros, E.B., Araújo, T.L.R. et al. 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,; Veras, R,M,L,; Detmann, E,; Paulino, M,F,,; Marcondes, F,M,I,; Souza, M,A, Effect of urinary collection days, concentrate levels and protein sources on creatinine, urea and purine derivatives excretions and microbial protein synthesis in Nellore cattle, **Revista Brasileira de Zootecnia**, 35:870–877, 2006.
- 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**, 89:510-519, 2011,

- Boland, T.M., Quinlan, C., Pierce, K.M. et al. The effect of pasture pre-grazing herbage mass on methane emissions, ruminal fermentation, and average daily gain of grazing beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 8, p. 3867-3874, 2013.
- Cardoso, A.S. 2012. **Avaliação das emissões de gases de efeito estufa em diferentes cenários de intensificação de uso das pastagens no Brasil Central**. Seropédica, 2012 85 f.: Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-graduação em Ciência do Solo.
- Castillo-Lopez, E., T. J. Klopfenstein, S. C. Fernando and P. J. Kononoff. In vivo determination of rumen undegradable protein of dried distillers grains with solubles and evaluation of duodenal microbial crude protein flow. **J. Anim. Sci.** 2013, 91:924-934.
- Caton, J.S.; Duhvyetter, D.V.; Influence of energy supplementation on grazing ruminants: Requirements and responses. **Journal of Animal Science**. v.75, p.533- 542, 1997.
- Chizzotti, M,L.; Valadares Filho, S,C.; Valadares, R,F,D.; Chizzotti, F,H,M.; Tedeschi, L,O, Determination of creatinine excretion and evaluation of spot urine sampling in Holstein cattle, **Livestock, Science**, 113:218–225, 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 the technical details, Rowett Research Institute, Bucksburn Aberdeen (Occasional Publication), 1995,
- Chrenková, M., Z. Čerešňáková¹, Z. Formelová, M. Poláčiková, Z. Mlyneková and P. Fľak. Chemical and nutritional characteristics of different types of DDG for ruminants. **Journal of Animal and Feed Sciences**, 21, 2012, 425–435.
- Coelho Da Silva, J.F.; Leão, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380 p.
- Davies, D.R.; Theodorou, K.M.; Kingston-Smith, A.H. et al. Advances in silage quality in 21st century. ed. Park, R.S.; Strong, M.D. Silage production and utilization Proceeding of XIV International Silage Conference, a satellite workshop. In: International Grassland Congress, 20, Dublin, 2005. **Proceedings...** Dublin, 2005.
- 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) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus Jaboticabal – Unesp.
- Detmann, E.; Paulino, M.F.; Cecon, P.R. et al. Níveis de proteína em suplementos para terminação de bovinos em pastejo durante o período de transição seca/águas: digestibilidade aparente e parâmetros do metabolismo ruminal e dos compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1380-1391, 2005.
- Dewhurst, R.J.; Davies, D.R.; Merry, R.J. Microbial protein supply from the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, v.85, p.1-21, 2000.

- Figueiras, J.F.; Detmann, E.; Paulino, M.F.; Valente, T.N. P.; Valadares Filho, S.C.; Lazzarini, I. Intake and digestibility in cattle under grazing during dry season supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1303-1312, 2010.
- Guerrero, J.N.; Conrad, B.E.; Holt, E.C.; and Wu, H. Prediction of animal performance on bermudagrass pasture from available forage. **Agronomy Journal**. 76:577–580, 1984.
- Hersom, M.J. Opportunities to enhance performance and efficiency through nutrient synchrony in forage-fed ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 306-317, 2008.
- Hodgson, J. Herbage production and utilization. In: *Grazing Management - Science into Practice*. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1990, p.38-54.
- Hodgson, J., Clarck, D.A, Mitchell, R.J. Foraging behaviour in grazing animals and its impact on plant communities. In: FAHEY, G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Lincon: American Society of Agronomy, 1994. p.796-827.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006. Emissions from livestock and manure management. In: 2006. **IPCC guidelines for national greenhouse inventories**. Vol.4: Agriculture, forestry and other land use. p. 10.1–10.87.
- Johnson, K. A., and Johnson, D. E. (1995). Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science*. 73, 2483–2492.
- Kimura, F.T.; Miller, V.L. Improved determination of chromic oxide in cow feed and feces. *J. Agric. Food Chemist.*, v.5, p.216-216, 1957.
- Kelzer, J. M., P. J. Kononoff, L. O. Tedeschi, T. C. Jenkins, K. Karges, and M. L. Gibson. 2010. Evaluation of protein fractionation and ruminal and intestinal digestibility of corn milling coproducts. **J. Dairy Sci**. 93:2803–2815.
- Kleinschmit, D. H., J. L. Anderson, D. J. Schingoethe, K. F. Kalscheur, and A. R. Hippen. 2007. Ruminal and intestinal digestibility of distillers grains with solubles varies by source. **J. Dairy Sci**. 90:2909–2918.
- Klopfenstein, T. J.; Lomas, L.; Blasi, D. et al. "Summary Analysis of Grazing Yearling Response to Distillers Grains" (2007). Nebraska Beef Cattle Reports. 58. <https://digitalcommons.unl.edu/animalscinbcr/58>.
- Lazzarini, I.; Detmann, E.; Sampaio et al. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.2021-2030, 2009.
- 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.
- Li, C, J.Q. Li, W.Z. Yang, K.A. Beauchemin. Tumbleson. Ruminal and intestinal amino acid digestion of distiller's grain vary with grain source and milling process. **Animal Feed Science and Technology** 175 (2012) 121– 130.

- Loy, T. W., T. J. Klopfenstein, G. E. Erickson, et al. 2008. Effect of supplemental energy and frequency on growing calf performance. **J. Anim. Sci.** 86:3504–3510.
- Macdonald, J. C., T. J. Klopfenstein, G. E. Erickson, et al. 2007. Effects of dried distillers grains and equivalent undegradable intake protein or ether extract on performance and forage intake of heifers grazing smooth brome grass pastures. **J. Anim. Sci.** 85:2614–2624.
- McGinn SM, Chung Y-H, Beauchemin KA, Iwaasa AD, Grainger C. Use of corn distillers dried grains to reduce enteric methane loss from beef cattle. **Canadian Journal of Animal Science** 2009; In press. Downloaded from www.nrcresearchpress.com by 177.103.83.234 on 06/02/18.
- Mertens, D.R. Análise De Fibra E Sua Utilização Na Avaliação E Formulação De Rações. In: Simpósio Internacional De Ruminantes, Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 29., Lavras, 1992. Anais... Lavras: Sbz. P.188-219.
- Minson, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. New York: Academic Press, 1990. 483p.
- Morgavi, D.P., Forano, E., Martin, C. et al. Microbial ecosystem and methanogenesis in ruminants. *Animal*. v. 4, p.124-1036, 2010.
- Moore, J.E. Forage Crops. In: Hoveland, C.S. (ed.). Crop Quality, Storage, and Utilization. Crop Science Society of America. Madison, Wisconsin. 1980.
- Morris, S. E., J. C. Macdonald, D. C. Adams, et al. 2006. Effects of supplementing dried distillers grains to steers grazing summer sandhill range. **Nebraska Beef Cattle Rep.** MP 88-A:30.
- 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, Pennsylvania. **Proceedings ...**Pennsylvania State College, 1952. p.1380-1395.
- Mott, G.O. Grazing pressures and the measurement of pastures production. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 8., 1960, **Proceedings...** Reading: 1960. p.606-611.
- Morgavi, D.P., Forano, E., Martin, C. et al. Microbial ecosystem and methanogenesis in ruminants. **Animal**. v. 4, p.124-1036, 2010.
- Nave, R.L.G., Sulc, R.M., Barker, D.J., 2013. Relationships of forage nutritive value to cool-season grass canopy characteristics. *Crop Science*. 53, 341–348.
- National Research Council – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.:National Academy, 242p, 2000.
- National Research Council - NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 7.ed. Washington, DC: Academic Press, 381p, 2001.
- Oliveira, A.A. **Manejo do pasto de capim marandu e suplementação com diferentes fontes de energia na recria de tourinhos nelore no verão e outono**. 2014. 121p. Tese

(Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus Jaboticabal – Unesp.

- Owens, F.N.; Zinn, R. Protein metabolism of ruminant animals. In: Church, D.C. (Eds.), *The ruminant animal – digestive, physiology and nutrition*. Waveland Press Inc., Long Grove, p. 125-144, 1993.
- Paulino, M. F.; Detmann, E.; Silva, A. G. et al. Bovinocultura otimizada. In: Sebastião de Campos Valadares Filho et al. (Org.). **Simpósio de Produção de Gado de Corte (IX Simcorte)**. 1ed. Viçosa/MG: UFV, 2014, v. 1, p. 140-212.
- Paulino, M.F.; Detmann, E.; Valadares Filho, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica? In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM**, 3, 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: DZOUFV, 2006. p.359-392.
- Paulino, M.F.; Detmann, E.; Valente, E.E.L. et al. Nutrição de bovinos em pastejo. In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM**, 4, 2008, Viçosa. **Anais...** Viçosa: DZO-UFV, 2008. p.131-169.
- Poppi, D.P. and 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 protéica e energética. 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, 2007 p. 163-181.
- 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.
- Primavesi, O.; Friguetto, R. T. S.; Pedreira, M. S.; et al. **Técnica do Gás traçador SF6 para medição de campo do metano ruminal em bovinos: adaptações para o Brasil**. São Carlos: EMBRAPA - Pecuária Sudeste, 74 p. 2004, (Documentos, 39).
- Reis, R. A.; Silva, W. L.; Valente A. L. S. et al. Decrease methane emission of beef cattle grazing tropical pasture by supplementation. In: **International Conference on Forages in Warm Climates, 2015**, Lavras. **Proceedings of International Conference on Forages in Warm Climates**. Lavras: Suprema Gráfica e Editora, 2015. v. 01. p. 165-184
- 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, 2005a. p.25-60.
- Reis, R.A.; Ruggieri, A.C.; Casagrande, D.R. et al. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.147-159, 2009.

- Robertson, J. B.; Van Soest, P. J. **The detergent system of analysis**. In: JAMES, W. P. T., THEANDER, O. (Eds.). *The Analysis of Dietary Fibre in Food*. Marcel Dekker, NY, Chapter 9, p. 123–158, 1981.
- Roth, M. T. P. ; Fernandes, R. M. ; Moretti, M. H. ; Oliveira, I. M.; Prados, L. F.; Rezende S. G.; Resende, F. D. Effect of supplementation level on performance of growing Nellore and its influence on pasture characteristics in different seasons. **Italian Journal of Animal Science** *JCR*, v. 1, p. 1-11, 2018.
- Russell, J, B;; O’connor, J, D;; Fox, D, G, Van Soest, P, J;; Sniffen, C, J, A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: ruminal fermentation, **Journal of Animal Science**, v,70, n,12, p,3551-3581, 1992.
- Santos, F.A.P. Correia, P.S. Ramalho, T.R. et al. 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.
- SAS Institute, 2008. *SAS/STAT 9.2 User’s Guide*. SAS Institute, Cary, NC.
- Silva, F.F.; De Sá, J.F.; Schio, A.R.; Ítavo, L.C.V.; Silva, R.R.; Mateus, R.G. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p. 371-389, 2009.
- SNA – Sociedade Nacional de Agricultura. 2014. Disponível em: <http://sna.agr.br/capaagronegocio/> Acesso em: 12 junho 2018.
- Sollenberger, L.E.; Cherney, D.J.R. Evaluating forage production and quality. **The Science of Grassland Agriculture**. Ames: Iowa State University Press, p. 97-110, 1995.
- Sollenberger, L.E.; Moore, J.E.; Allen, V.G.; Pedreira, C.G.S. Reporting forage allowance in grazing experiments. **Crop Science**, v.45, p.896-900, 2005.
- Staples, C.R.; Garcia-Bojalil, C.; Oldick, B.S.; Thatcher, W.W.; Risco, C.A
- Stock, R. A., J. M. Lewis, T. J. Klopfestein, et al. 2000. Review of new information on the use of wet and dry milling feed by-products in feedlot diets. *J. Anim. Sci.* 78(E-Suppl.).
- Swenson, M.J.; Reece, W. Dukes: **Fisiologia dos animais domésticos**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1996. 856p.
- Valadares, R. F. D.; Gonçalves, L. C.; Rodriguez, N. M.; Valadares Filho, S. C.; Silva, J. F. C. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 2. Consumo, digestibilidade e balanço de compostos nitrogenados. *Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa*, v. 26, n. 6, p. 1259-1263, 1997.
- 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.

- Valente, T.N.P., Detmann, E., Queiroz, A.C. et al. 2011. Evaluation of ruminal degradation profiles of forages using bags made from different textiles. **Revista Brasileira Zootecnia**, 40, 2565–2573.
- Van Soest, P. J.; Robertson, J. B.; Lewis, B. A. Methods for dietary fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3583-3597, 1991.
- Van Soest, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca; Cornell University Press, 1994. 476 p. Zealand Society of Animal Production. 7. p. 55-64. (Occasional publication, no 10). 1987.

CAPÍTULO 3 - ASPECTOS NUTRICIONAIS E PRODUTIVOS DA SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE ALGODÃO POR DDG NA TERMINAÇÃO DE BOVINOS EM PASTO OU CONFINAMENTO

Resumo - Objetivou-se avaliar o efeito da substituição do farelo de algodão por coproduto do milho (DDG- *dried distiller's grains*) quanto a eficiência nos aspectos produtivos (consumo, digestibilidade, ganho de peso vivo, ganho e rendimento de carcaça de bovinos em fase de terminação em pastou ou confinados. Foram utilizados 69 tourinhos Nelore, com peso corporal médio de 408 ± 36 kg de peso corporal (PC) e 24 meses de idade, distribuídos em dois sistemas de produção (Pasto x Confinamento). Ao início do experimento os animais foram submetidos ao controle de endo e ectoparasitas. Os animais foram avaliados durante 117 dias, de maio a julho de 2016 sendo os primeiros 18 dias de adaptação às dietas, somados a três períodos de 33 dias cada. Todos os animais foram submetidos a três tratamentos: FA: Concentrado convencional com milho como fonte energética e farelo de algodão como fonte proteica; 50DDG: Concentrado com substituição de 50% da fonte proteica do FA por DDG; 100DDG: Concentrado com substituição de 100% da fonte proteica do FA por DDG. No confinamento foram utilizados 36 tourinhos Nelore, alocados em baias coletivas, recebendo uma dieta com relação volumoso:concentrado de 30:70 respectivamente, sendo a silagem de milho a fonte de volumoso. As dietas foram formuladas para um ganho de $1,5 \text{ kg} \cdot \text{Dia}^{-1}$, segundo NRC (1996). Na terminação em pasto foram utilizados 33 tourinhos Nelore, distribuídos em 9 piquetes experimentais formados com *Urochloa brizantha* cv. Marandu recebendo suplementação de 1,5% do peso vivo do concentrado por dia. As variáveis foram analisadas em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2x3, sendo dois sistemas de produção (Pasto x Confinamento) e três suplementos (FA, 50DDG, 100DDG). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), utilizando Proc Mixed do SAS (2008). O consumo de matéria seca e nutrientes foi influenciado pelo sistema de terminação ($P < 0,05$). Houve diferença ($P < 0,05$) no consumo de matéria seca e nutrientes quanto ao tipo de dieta. Ocorreu interação ($P < 0,05$) entre as dietas e o sistema de terminação no consumo de matéria seca e dos nutrientes. A digestibilidade dos nutrientes foi menor no sistema pasto ($P < 0,05$). A digestibilidade da FDN foi maior na dieta com 100% de substituição pelo DDG. O Peso corporal final, o ganho de peso vivo e de carcaça foram maiores no sistema confinamento ($P < 0,05$). Não foi observado diferença no desempenho em relação ao tipo de dieta. A utilização do DDG não altera o desempenho dos animais terminados em pasto ou confinamento.

Palavras-Chave: confinamento, digestibilidade, pasto, período seco

CHAPTER 3 – PRODUCTIVE AND NUTRITION ASPECTS OF THE REPLACEMENT OF COTTON SEED MEAL BY DRY DISTILLER GRAINS ON FINISHING PHASE OF BEEF CATTLE

Abstract - The aim of this study was to evaluate the replacing of cottonseed meal by corn co-product (DDGs – dry distiller grains with soluble) on yield, nutrient apparent digestibility, daily weight gain, and carcass yield of beef cattle finished in pasture or feedlot system. Sixty-nine Nellore bulls, weighing about 408 ± 36 kg body weight (BW) and 24 months old, were distributed in two production systems (pasture or feedlot). Experiment animals were submitted to control of endo and ectoparasites before start experimental period. Which were evaluated for 117 days, from May to July 2016, considering the first 18 days as adaptation to diets, and three evaluation periods of 33 days each. Animals were fed with three treatments: FA - conventional concentrate with energy source and cottonseed as protein source; 50DDG - concentrate with replacement of 50% FA protein protein by DDGs; 100DDG - concentrate with replacement of 100% FA protein source by DDGs. In feedlot system, 36 Nellore bulls were used, allocated in collective pens, receiving a diet with corn silage: concentrate ratio of 30:70. Diets were formulated for a daily weight gain of 1.5 kg day^{-1} . In pasture finishing system, 33 Nellore bulls were used, distributed in 9 experimental paddocks of *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Animals received 1.5% BW of supplement per day. The variables were analyzed considering a completely randomized design, using a 2x3 factorial arrangement, with two production systems (pasture and feedlot systems) and three diets (FA, 50DDG, 100DDG). Was developed the Tukey test ($P < 0.05$) to compare means, by PROC MIXED. Dry matter (DM) and nutrients intake were influenced by the finishing system ($P < 0.05$). There was change in DM and nutrients intake in response to the diet's characteristics. There was interaction between ($P < 0.05$) diets and finishing systems in the DM and nutrients intake. Nutrients apparent digestibility was lower from animals kept in finishing pasture system ($P < 0.05$). Neutral detergent fiber apparent digestibility was improved with 100% DDGs utilization. Daily weight gain, final body weight, and carcass gain were higher on animals from feedlot system ($P < 0.05$). Hence, was not possible to distinguish difference in animal performance in relation to the diet composition. DDGs utilization does not alter the animal performance from animals finished in grazing or feedlot systems.

Keywords: digestibility, dry season, feedlot, intake, pasture

3.1. INTRODUÇÃO

A fase de terminação de bovinos em confinamento ou pasto é considerado uma estratégia interessante, que visa aumento de produtividade (SAINZ; FARJALLA, 2009), possibilitando a produção intensiva de carne, através da exploração da máxima eficiência biológica aliada à rápida deposição do tecido muscular e adiposo, variáveis capazes de determinar o sucesso deste sistema (ARRIGONI et al., 2004).

O sistema de terminação pode determinar o sucesso ou insucesso da atividade, pois o tipo e a qualidade da dieta tornam-se muito importante, uma vez que irá suprir as demandas do animal, permitindo um bom desempenho e uma carcaça que atenda às exigências do frigorífico (RESENDE et al., 2011). Durante a engorda dos animais, as diferentes taxas de síntese dos tecidos alteram a composição física e química da carcaça, influenciadas principalmente pela idade, estágio fisiológico, nutrição, genótipo e sexo do animal (BERG e BUTTERFIELD, 1979).

É de extrema importância que os ingredientes que compõe a dieta de animais em pasto ou confinamento atendam às exigências de ganho esperado desses animais. No entanto, quando os animais são terminados em pasto, as forrageiras apresentam oscilação qualitativa e quantitativa em função das variações climáticas ao longo do ano, que podem prejudicar a resposta animal em alguns casos, por não atender às exigências nutricionais dos mesmos. Ao contrário do confinamento onde a quantidade de volumoso e ofertado de acordo com o objetivo. Portanto a resposta produtiva dos animais é em função do consumo, da digestibilidade e do metabolismo dos nutrientes (CRAMPTON et al., 1960; REID, 1961) influenciado diretamente pelo tipo e qualidade dos ingredientes utilizados.

Nesse contexto, o uso de produtos menos onerosos na alimentação animal apresenta-se cada vez mais atrativos. Dentre as alternativas, destaca-se o DDG (*dried distiller's grains*), coproduto obtido da produção do etanol a partir do milho, o qual se torna uma opção na nutrição

e produção animal, desde que não tenha efeitos negativos na eficiência produtiva do sistema. O DDG é utilizado de forma eficiente por ruminantes sem afetar seu desempenho (KLOPFENSTEIN et al., 2008), podendo ser efetivamente utilizados para atender a demanda tanto energética quanto proteica das dietas, quando os bovinos são mantidos no pasto ou confinamento.

Embora o DDG possa ser um substituto para o milho, a inclusão desse subproduto, é limitada pela disponibilidade sazonal, e os impactos negativos do excesso de N e ácido sulfúrico podem afetar o desempenho animal, qualidade da carcaça e o meio ambiente (SCHOONMAKER et al., 2010; FELIX e LOERCH, 2011). Por outro lado devido a sua composição nutricional fibrosa e de alta fermentabilidade, a sua utilização resulta em melhoria na saúde ruminal, com tendência a reduzir a ocorrência de acidose em bovinos confinados alimentados com dietas com alta proporção de grãos em função do baixo teor de amido (KLOPFENSTEIN et al., 2008), além de possuir alto valor de PNDR, melhorando a proteína metabolizável, sendo também uma fonte de minerais (WEIGEL et al., 1997). Estima-se que o teor da PNDR de DDG seja de 63% da PB (CASTILLO-LOPES et al., 2013), proporcionando maior fluxo de aminoácidos no intestino delgado

Nesse contexto objetivou-se avaliar a eficiência da substituição do farelo de algodão por coproduto do milho utilizado na produção do etanol (DDG) quanto ao consumo, digestibilidade, ganho de peso e rendimento de carcaça de bovinos terminados em pasto e confinamento.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

a) Local e Área experimental

O estudo foi conduzido durante a fase de terminação dos animais, nas instalações do setor de Forragicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária (FCAV) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), campus de Jaboticabal, Estado de São Paulo, localizada a 21°15’22” Sul, 48°18’58” Oeste, à 595 metros de altitude, onde o clima observado na região é subtropical do tipo AW de acordo com a classificação de Köppen, caracterizado por invernos secos e temperaturas amenas e verões quentes e úmidos (Tabela 1). Todos os procedimentos experimentais foram conduzidos de acordo com as normas do comitê de ética em experimentação da mesma Universidade, aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) nº de protocolo 12703/15.

Tabela 1. Valores das médias mensais da temperatura mínima, média e máxima, precipitação pluvial e dias de chuvas durante o período experimental na fase de terminação em pastou ou confinamento.

| Mês/Ano | Temperatura (°C) | | | Chuva (mm) | Dias de chuva | Dias de Chuva acima de 5mm |
|---------|------------------|------|-------|------------|---------------|----------------------------|
| | Máx. | Mín. | Média | | | |
| abr/16 | 31 | 18 | 24,1 | 9,1 | 2 | 1 |
| mai/16 | 26,8 | 14,8 | 20,1 | 124,1 | 12 | 6 |
| jun/16 | 25,2 | 13 | 18,3 | 109,9 | 7 | 5 |
| jul/16 | 28 | 12,6 | 19,7 | 0 | 0 | 0 |
| ago/16 | 28,7 | 13,7 | 20,8 | 71,8 | 7 | 5 |

Dados obtidos do Departamento de Ciências Exatas de FCAV / Jaboticabal, localizado a 800 m da área experimental.

Foram utilizados 69 tourinhos Nelore, com peso corporal médio de 408 ± 36 kg de peso corporal (PC) e 24 meses de idade, distribuídos em dois sistemas de produção (Pasto x Confinamento). Ao início do experimento os animais foram submetidos ao controle de endo e ectoparasitas. As avaliações ocorreram durante 117 dias, de maio a julho de 2016 sendo os primeiros 18 dias de adaptação às dietas, somados a três períodos de 33 dias cada. Os suplementos consistiram de: FA: Concentrado convencional com milho como fonte energética

e farelo de algodão como fonte proteica; 50DDG: Concentrado com substituição de 50% da fonte proteica do FA por DDG; 100DDG: Concentrado com substituição de 100% da fonte proteica do FA por DDG.

b) Terminação em confinamento

Foram utilizados 36 tourinhos Nelore, com peso corporal médio de 409 ± 40 kg de peso corporal (PC), distribuídos em três tratamentos (Tabela 2), recebendo uma dieta com relação volumoso:concentrado de 30:70 respectivamente, sendo a silagem de milho a fonte de volumoso. Os animais foram alocados em baias coletivas de 60m^2 , com piso de concreto, e área do comedouro coberta, contendo quatro animais por baia. Em anexo fica disponível o centro de manejo (curral), dotado de balança digital e tronco de contenção. As dietas foram formuladas para um ganho de $1,6 \text{ kg} \cdot \text{Dia}^{-1}$, segundo NRC (1996). A adaptação dos animais no confinamento seguiu protocolo de “escada” com variação na relação volumoso:concentrado (V:C) fornecendo cinco dias a relação V:C 65:35, cinco dias com 50:50, cinco dias com 40:60, e três dias com 30:70 totalizando 18 dias de adaptação. O fornecimento era aumentado ou reduzido diariamente (5 %), conforme necessidades de ajustes, com pretensão de sobras de 3 a 5 %. As dietas totais foram oferecidas às 6 h e às 15 horas e as sobras foram removidas imediatamente antes de um novo trato pela manhã.

O consumo alimentar foi mensurado diariamente, através da determinação da diferença entre o fornecido e as sobras. Em cada período experimental amostras de sobras foram coletadas durante 5 dias, e posteriormente realizado uma amostra composta para análises posteriores.

Tabela 2. Porcentagem de inclusão e composição químicas dos suplementos e da silagem no sistema de terminação em Confinamento.

| ITEM | Suplementos | | | Silagem |
|--|-------------|-------|--------|---------|
| | FA | 50DDG | 100DDG | |
| Silagem de milho | 30,00 | 30,00 | 30,00 | - |
| Farelo de algodão | 18,46 | 9,23 | - | - |
| Milho | 48,91 | 47,53 | 46,14 | - |
| DDG | - | 9,23 | 18,46 | - |
| Ureia/sulfato | - | 0,37 | 0,83 | - |
| Núcleo mineral* | 2,63 | 2,63 | 2,63 | - |
| Caulim | - | 1,02 | 1,94 | - |
| Composição química da dieta (% matéria seca) | | | | |
| Matéria seca | 71,10 | 71,30 | 71,50 | 29 |
| Proteína bruta | 13,85 | 13,68 | 13,75 | 7,5 |
| Nutrientes digestíveis totais | 74,00 | 74,10 | 74,20 | 64 |
| FDN ¹ | 29,57 | 32,61 | 35,65 | 55 |
| Extrato Etéreo | 3,09 | 3,24 | 3,39 | 2,5 |

*Níveis de garantia: Cálcio - 133 g kg⁻¹; Fósforo - 30 g.kg⁻¹; Sódio - 80 g.kg⁻¹; Potássio - 50 g.kg⁻¹; Magnésio - 68 g.kg⁻¹; Enxofre - 25 g.kg⁻¹; cobre - 330 mg kg⁻¹; Flúor - 500 mg kg⁻¹ Manganês - 950 mg kg⁻¹; Zinco - 1220 mg kg⁻¹; cobalto - 20 mg kg⁻¹; Iodo - 24 mg kg⁻¹; Selênio - 6 mg kg⁻¹; Vitamina A - (min) 67000 UI/kg; Vitamina D - (min) 9500 UI/kg; Vitamina E - (min) 950 UI/kg; Monensina sódica: 650 mg kg⁻¹. ¹Fibra insolúvel em detergente neutro;

c) Terminação em pasto

Foram utilizados 33 tourinhos Nelore, com peso corporal inicial de 407 ±33 kg e 24 meses de idade, distribuídos em três tratamentos (Tabela 3), recebendo suplementação de 1,5% do peso corporal de cada suplemento, sempre as 8:00h, em cochos descobertos, com no mínimo 0,5 metros lineares/animal.

A área experimental para avaliação dos animais em pastejo é formada com *Urochloa brizantha* cv. Marandu, com 9 piquetes experimentais, sendo três de 0,7 ha (3 animais) e seis de 1,3 ha (4 animais). A taxa de lotação foi mantida a mesma em todos os piquetes com auxílio de animais reservas em sistema de lotação contínua.

A adaptação dos animais ao suplemento seguiu protocolo de “escada” alterando a quantidade de concentrado, iniciando os primeiros cinco dias 0,7% do PC, cinco dias com 1% do PC, cinco dias com 1,3% do PC e três dias com 1,5% do PC, totalizando 18 dias de

adaptação. O fornecimento diário era fixo em 1,5% do PC, com ajustes a cada 15 dias de acordo com o ganho de peso estimado dos animais.

Tabela 3. Porcentagem de inclusão e composição químicas dos suplementos e da forragem no sistema de terminação em pasto.

| ITEM | Suplementos | | | Forragem |
|---|-------------|-------|--------|----------|
| | FA | 50DDG | 100DDG | |
| Farelo de algodão | 26,37 | 13,18 | 0,00 | - |
| Milho | 69,87 | 67,90 | 65,92 | - |
| DDG | - | 13,18 | 26,37 | - |
| Ureia/sulfato | - | 0,53 | 1,19 | - |
| Núcleo mineral* | 3,76 | 3,76 | 3,76 | - |
| Caulim | 0,00 | 1,45 | 2,77 | - |
| Composição química dos Suplementos (% matéria seca) | | | | |
| Matéria seca | 88,71 | 89,00 | 89,28 | 38,22 |
| Proteína bruta | 16,57 | 16,33 | 16,42 | 10,98 |
| Nutrientes digestíveis totais | 78,29 | 78,43 | 78,58 | - |
| FDN ¹ | 18,68 | 23,02 | 27,36 | 69,85 |
| Extrato Etéreo | 3,35 | 3,56 | 3,77 | 1,85 |
| FDNi ² | 5,13 | 4,20 | 3,26 | 35,82 |

*Níveis de garantia: Cálcio - 133 g kg⁻¹; Fósforo - 30 g.kg⁻¹; Sódio - 80 g.kg⁻¹; Potássio - 50 g.kg⁻¹; Magnésio - 68 g.kg⁻¹; Enxofre - 25 g.kg⁻¹; cobre - 330 mg kg⁻¹; Flúor - 500 mg kg⁻¹ Manganês - 950 mg kg⁻¹; Zinco - 1220 mg kg⁻¹; cobalto - 20 mg kg⁻¹; Iodo - 24 mg kg⁻¹; Selênio - 6 mg kg⁻¹; Vitamina A - (min) 67000 UI/kg; Vitamina D - (min) 9500 UI/kg; Vitamina E - (min) 950 UI/kg; Monensina sódica: 650 mg kg⁻¹. ¹Fibra insolúvel em detergente neutro; ²Fibra insolúvel em detergente neutro indigestível.

d) Amostras de forragem, sobras e volumoso

Avaliações de forragem foram feitas a cada 28 dias, durante todo o período de permanência dos animais nos pastos, por meio do corte e coleta de amostras de forragem em cada piquete. A altura média do dossel foi avaliada partir da medição de 80 pontos aleatórios dentro de cada piquete em cada período, para estimar a altura média e realizar as coletas de pasto.

A estimativa da massa de forragem, foi realizada por meio do corte e coleta de três amostras de forragem em pontos representativos (altura média) em cada piquete. A forragem foi cortada rente ao solo em área delimitada por aro circular de 0,25m². As amostras foram pesadas inicialmente, depois sub amostradas em 2 partes, sendo uma para determinação da composição morfológica dos pastos, separadas manualmente em material senescente (folha e colmo), haste

verdes (bainha foliar e colmo) e laminas foliares verdes, e uma para estimativa da disponibilidade de massa seca total (MST, kg MS ha⁻¹) de forragem de cada piquete.

Tabela 4. Massa de forragem (MF), frações morfológicas e oferta de forragem de animais terminados em sistema de pasto.

| Item | Suplementos | | | Desvio Padrão |
|--|-------------|-------|--------|---------------|
| | FA | 50DDG | 100DDG | |
| Massa de forragem (t MS/ha) | 6,22 | 5,94 | 5,92 | 0,73 |
| Oferta de forragem (kg de MS/kg de PC) | 2,95 | 3,33 | 3,19 | 0,96 |
| Folha verde(%) | 8,02 | 9,39 | 6,48 | 3,35 |
| Colmo verde(%) | 13,08 | 15,19 | 11,67 | 4,13 |
| Folha seca (%) | 28,38 | 26,82 | 25,56 | 6,53 |
| Colmo seco (%) | 28,02 | 20,54 | 30,37 | 8,12 |

Todas as amostras de forragem, de sobras e do volumoso foram levadas à estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 horas e, em seguida, moídas em moinho do tipo Willey, com peneira de 2 mm, para retirada de amostras para incubação e determinação do FDNi (Valente et al., 2011), e em seguida trituradas a 1mm. Os ingredientes do concentrado foram amostrados uma vez em cada período experimental, sendo armazenados em freezer (-20°C) para posteriores análises laboratoriais.

As amostras foram quantificadas quanto aos teores de matéria seca (MS, método 934,01), matéria orgânica (MO, método 942,05), extrato etéreo (EE, método 954,02) de acordo com a AOAC (1990). A fração proteína bruta (PB) foi obtida por condutividade térmica utilizando-se o equipamento Leco®, modelo FP-528. As avaliações de FDN e FDA foram realizadas no aparelho Ankom 2000 (Ankom Technologies, Macedon, NY). A FDN dos concentrados, tratados com amilase termoestável (VAN SOEST et al., 1991), a FDN, FDA, FDNcp, lignina (H₂SO₄ 72%), NIDN e NIDA da forragem (ROBERTSON & VAN SOEST, 1981 e LICITRA et al., 1996). Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram determinados de acordo com Hall (2000).

e) Consumo e Digestibilidade dos Nutrientes

Na avaliação do consumo e digestibilidade foram empregados os métodos dos indicadores. Na estimativa da produção fecal, utilizou-se o FDNi com indicador interno para os animais terminados em confinamento e o óxido de cromo (Cr_2O_3) como indicador externo nos animais terminados em pasto.

No sistema de terminação em pasto foram utilizados 18 animais (PC= 500 kg), sendo 6 por tratamento, e 2 de cada piquete. Foram aplicados 10 gramas de Cr_2O_3 acondicionado em cartuchos de papel e introduzido por meio de uma sonda esofágica sempre às 9 horas da manhã a partir do dia 06/07/2016.

No 8º, 9º e 10º dia de aplicação do indicador foram realizadas coletas de fezes as 07h00 e 13h00; 09h00 e 15h00; e 11h00 e 17h00, respectivamente, logo após defecação espontânea. O consumo de forragem foi estimado com base nos dados de produção fecal e da FDNi como marcador interno. Foi elaborada uma amostra composta das fezes com base no peso seco ao ar, por animal, dos três dias de coleta, identificadas e posteriormente analisadas quanto aos teores de cromo, por espectrofotometria de absorção atômica (KIMURA & MILLER, 1957), e quanto aos teores dos nutrientes como descritos anteriormente. Nesses mesmos dias, foi realizado uma simulação manual do pastejo por dia de coleta para avaliar a composição do pasto.

O consumo individual do suplemento foi estimado de acordo com a média de fornecimento dos suplementos para cada animal no piquete (1,5% do PC).

No sistema de terminação em confinamento o consumo dos animais foi mensurado diariamente pela diferença entre o fornecido e as sobras de cada baia, sendo 3 baias por tratamento. Semanalmente, amostrou-se a sobra e o fornecido de cada baia, realizando uma amostra composta ao final do período experimental. Ao final de cada período experimental, foi coletado fezes de todos os animais de cada baia imediatamente após a defecação para determinação da digestibilidade. As amostras foram coletadas em horários alternados, 16:00 e

11:00, 15:00 e 09:00 e 14:00 e 07:00 h no primeiro, segundo e terceiro dia de coleta, respectivamente.

Foi elaborada uma amostra composta por baía, das fezes, com base no peso seco ao ar, através das amostras coletadas ao longo dos dias e horários de coleta, identificadas e posteriormente analisadas quanto aos teores de FDNi (Valente et al., 2011), para determinação da excreção fecal via marcador interno (Cochran et al., 1986), e demais análises bromatológicas.

A partir do consumo de nutrientes e a excreção destes nas fezes, calculou-se a digestibilidade aparente total através do cálculo: $DMS = (CMST - EF) / CMST$ onde, DMS = digestibilidade aparente total da matéria seca (%); CMST = consumo de matéria seca total (kg/dia); EF = excreção fecal (kg/dia).

f) Desempenho produtivo

Na determinação do ganho médio diário dos animais foram realizadas pesagens no início e final do período experimental, após jejum alimentar e hídrico de 12 horas. Pesagens intermediárias (a cada 28 dias, sem jejum) também foram realizadas com a finalidade de ajustar o fornecimento de suplemento.

Todos os animais foram abatidos em frigorífico comercial. A carcaça de cada animal foi dividida em duas meia carcaças, que foram pesadas para se obter o peso de carcaça quente (PCQ). O rendimento de carcaça foi determinado em função do peso vivo em jejum e peso de carcaça quente.

O ganho de carcaça diário foi estimado através do peso de carcaça quente subtraído do peso de carcaça inicial. O peso de carcaça inicial foi estimado sendo 50% do peso vivo do animal em jejum de 12 horas.

g) Análises estatísticas

Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2x3, sendo dois sistemas de produção (Pasto x Confinamento) e três suplementos (FA, 50DDG, 100DDG), os suplementos e o sistema de produção foram considerados como efeito fixo e as baias e piquetes como efeito aleatório. O piquete foi considerado como unidade experimental, na terminação em pasto, e baia no confinamento. As análises dos dados foram realizadas por meio do pacote estatístico SAS (2008), versão 9.2, por meio de modelos mistos pelo PROC MIXED. As médias geradas foram comparadas com o teste de Tukey usando a opção PDIFF no comando LSMEANS, quando significativas. O nível de significância utilizado para avaliar as diferenças entre as médias foi $\alpha = 0,05$.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de MS é um dos fatores primários na conversão do alimento em produto animal, de modo que o consumo de MS digestível é mais afetado pelo consumo de MS que pela própria digestibilidade (WALDO, 1986). Apenas os consumos de CNF e EE foram menores no sistema de terminação em pasto ($P < 0,05$). O CMST, PB, FDN e FDNi foi maior no sistema de terminação em pasto (Tabela 5). A maior ingestão de MS dos animais terminados em pasto com dieta contendo 50% DDG em relação aos animais recebendo FA e os demais animais terminados em confinamento em ambas as dietas pode proporcionar uma maior taxa de passagem. Conforme o exposto pelo NRC (2001), a taxa de passagem da digesta pelo trato digestivo está diretamente relacionada com a ingestão de alimentos, onde maior ingestão promove aumento na taxa de passagem, influenciando a digestibilidade da dieta ingerida.

Diferenças no consumo entre os sistemas de terminação está associado ao conteúdo energético da dieta, que reduz o consumo voluntário, por promover saciedade fisiológica pela

demanda energética dos animais, quando as dietas contêm alto teor concentrado com maior digestibilidade (VAN SOEST e MERTENS, 1984). Entretanto, o maior consumo de FDN e FDNi dos animais terminados em pasto pode ter provocado uma diluição da energia da dieta (Galyean e Defoor, 2002), proporcionalmente com efeito sobre o CMST, que foi maior no sistema de pasto.

Dietas com alto teor de concentrado (acima de 75% na MS), baixo teor de fibra (abaixo de 25%) e digestibilidade elevada (acima de 66%) podem resultar em menor consumo de matéria seca, uma vez que as necessidades energéticas são atendidas em menores níveis de consumo (VAN SOEST, 1994), fato esse observado nos animais terminados em confinamento.

O consumo de matéria seca em % PC foi maior nos animais suplementados com 50DDG ($P < 0,05$). Com exceção do CMST % PC todos os outros nutrientes tiveram interação entre os sistemas de produção e as dietas (Tabela 5). Desdobrando a interação o consumo de MS, MO, PB, FDN, FDNi e EE foi igual entre as dietas no confinamento. No sistema de terminação no pasto os animais tiveram menor consumo de matéria seca no FA (10,04 kg/dia) em detrimento ao 50DDG (12,08 kg/dia). O consumo de matéria orgânica no sistema pasto foi menor no FA (8,15 kg/dia) em relação a 10,24 e 9,54 kg/dia do 50DDG e 100DDG, respectivamente. O consumo de proteína bruta no sistema pasto foi menor no FA (1,5 kg/dia) em relação a 1,74 e 1,66 kg/dia do 50DDG e 100DDG, respectivamente. O consumo de FDN no sistema pasto foi menor no FA (3,34 kg/dia) em relação a 4,92 e 4,43 kg/dia do 50DDG e 100DDG, respectivamente. O consumo de FDNi no sistema pasto foi maior no 50DDG (1,94 kg/dia) em relação a 1,36 e 1,44 kg/dia do FA e 100DDG, respectivamente.

Tabela 5. Médias, erro padrão da média (EPM) e níveis descritivos de probabilidade (Valor P) para o consumo de matéria seca e dos nutrientes de bovinos em fase de terminação em sistemas de produção: pasto e confinamento

| Item | Sistema Terminação ^(ST) | | EPM | Dietas ^(D) | | | EPM | P-valor | | |
|---------------|------------------------------------|--------|--------|-----------------------|--------|--------|-------|---------|---------|--------|
| | Confinamento | Pasto | | FA | 50DDG | 100DDG | | ST | D | ST*D |
| MST (kg/dia) | 10,51b | 11,05a | 0,5304 | 10,39b | 11,38a | 10,56b | 0,790 | 0,0462 | 0,0132 | 0,0101 |
| MST (%PC) | 2,21 | 2,22 | 0,110 | 2,19ab | 2,31a | 2,14b | 0,170 | 0,9489 | 0,0469 | 0,0591 |
| MO (kg/dia) | 9,80a | 9,31b | 0,480 | 9,10b | 10,10a | 9,48ab | 0,720 | 0,0478 | 0,0106 | 0,0025 |
| PB (kg/dia) | 1,45b | 1,62a | 0,070 | 1,48b | 1,61a | 1,52ab | 0,110 | 0,0004 | 0,0307 | 0,0053 |
| FDN (kg/dia) | 2,73b | 4,23a | 0,280 | 2,91b | 3,84a | 3,68a | 0,420 | <0,0001 | 0,0001 | 0,0045 |
| FDNI (kg/dia) | 0,82b | 1,59a | 0,120 | 1,14b | 1,39a | 1,10b | 0,190 | <0,0001 | 0,0024 | 0,0019 |
| CNF (kg/dia) | 5,24a | 3,95b | 0,170 | 4,91a | 4,67a | 4,19b | 0,260 | <0,0001 | <0,0001 | 0,0746 |
| EE (kg/dia) | 0,38a | 0,35b | 0,010 | 0,34b | 0,38a | 0,37a | 0,020 | 0,0027 | 0,0001 | 0,0041 |

*Letras minúsculas na linha diferem os sistemas pasto e confinamento e as dietas quando P<0,05 pelo teste tukey.

Tabela 6. Médias, erro padrão da média (EPM) e níveis descritivos de probabilidade (Valor P) da digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes de bovinos em fase de terminação em sistemas de produção: pasto e confinamento.

| Item (%MS) | Sistema Terminação ^(ST) | | EPM | Dietas ^(D) | | | EPM | P-valor | | |
|------------|------------------------------------|--------|------|-----------------------|-------|--------|------|---------|--------|--------|
| | Confinamento | Pasto | | FA | 50DDG | 100DDG | | ST | D | ST*D |
| MST | 68,81a | 58,62b | 2,77 | 64,1 | 64,2 | 62,4 | 4,15 | <0,0001 | 0,3552 | 0,0682 |
| MO | 71,54a | 60,80b | 2,59 | 65,5 | 65,5 | 67,3 | 3,88 | <0,0001 | 0,3848 | 0,2529 |
| PB | 66,48a | 55,19b | 3,23 | 61,7 | 59,0 | 61,7 | 4,84 | <0,0001 | 0,272 | 0,2527 |
| FDN | 46,85b | 52,31a | 3,04 | 45,9b | 48,2b | 54,5a | 4,56 | 0,0021 | 0,0008 | 0,7584 |
| CNF | 0,84a | 78,24b | 3,64 | 81,1 | 82,7 | 79,7 | 5,46 | 0,0041 | 0,3849 | 0,8422 |
| EE | 92,37a | 72,76b | 1,98 | 82,6 | 81,4 | 83,6 | 2,96 | <0,0001 | 0,2017 | 0,176 |

*Letras minúsculas na linha diferem os sistemas pasto e confinamento e as dietas quando P<0,05 pelo teste tukey.

O fornecimento de DDG em suplementos de alto consumo, usados para terminação de animais em pasto ou confinamento pode promover diferenças no padrão de fermentação ruminal. O uso de alimentos com alta proporção de fibra digestível pode acarretar em benefícios na síntese de proteína microbiana e não afetar negativamente na utilização da fibra (ARIZA et al., 2001; COSTA et al., 2008). Fato esse observado na dieta com 100% de DDG, que apresentou maior digestibilidade da FDN em comparação a dieta com FA.

Contudo, o fornecimento elevado de proteína verdadeira pode causar efeitos deletérios sobre a utilização microbiana da FDN (ZORZI et al., 2009), sendo que um ponto de equilíbrio entre compostos nitrogenados proteicos e não-proteicos parece definir a máxima utilização dos substratos fibrosos (PAEZ-BERNAL, 2007). Esses efeitos deletérios do fornecimento elevado de proteína verdadeira sobre a utilização de carboidratos fibrosos, denominados “efeito proteína” (COSTA et al., 2009) são comumente observados na literatura (CONE e VAN GELDER, 1999) e parecem estar associados ao estímulo sobre o crescimento de espécies não-fibrolíticas, ampliando a competição por substratos essenciais no ambiente ruminal (CARVALHO et al., 2011).

Os processos de degradação e motilidade ruminal da fibra são eventos integrados, visto que a medida que se amplia a velocidade de utilização da fração fibrosa reduz o tempo necessário para que as partículas alcancem o seu ponto específico de remoção. Este processo está intimamente ligado a taxa de degradação da fração potencialmente digestível, pois, à medida que se eleva o seu desaparecimento, amplia a concentração dos componentes de maior densidade representado pela fração indigestível, acelerando sua saída do rúmen (ALLEN, 1996), com potencial aumento da digestibilidade, conforme descrito anteriormente para os animais que receberam dieta com 100% DDG na fase de terminação.

Considerando que o aumento na digestibilidade pode estar relacionado a maior proporção de tecidos de rápida digestão (BASSO et al., 2011), maiores teores de proteína e

menor teor de FDN, além do nível de ingestão que é inversamente proporcional a digestibilidade, haja vista que aumento no consumo de matéria seca reduz o tempo de retenção ruminal do alimento e diminui a digestibilidade (LEAVER et al., 1969; ROBERTSON e VAN SOEST, 1975). Os animais recebendo dieta 50% DDG por apresentarem maior consumo de MS, não tiveram a digestibilidade afetada conforme o exposto acima em relação aos animais que receberam FA, esse fato pode estar associado a composição do DDG, principalmente a fração fibrosa e sua digestibilidade.

Embora existam evidências de adaptação do animal ao aumento no conteúdo de componentes indigestíveis na dieta por intermédio da ampliação do volume e pool de digesta residente no rúmen (SCHETTINI et al., 1999), limites são definidos, além dos quais o consumo é reduzido permanentemente (VAN SOEST, 1994). Dessa forma, a maior concentração de FDNi observada na dieta com FA (Tabela 3) pode ter efetivamente colaborado para o menor consumo de MS observado sobre os animais recebendo FA na terminação, por ocasionar maior efeito de repleção ruminal. Possivelmente, o menor consumo observado para esses animais, em relação aos animais recebendo 100% DDG, atribui-se a este princípio, dado seu elevado teor de FDNi frente aos demais tratamentos (Tabela 3).

Outra característica importante nas dietas contendo DDG está associado ao perfil da proteína ingerida, o alto teor de proteína não degradada no rúmen (PNDR) de DDG é importante, em virtude do seu potencial de utilização pelo animal (LI et al., 2012). Dessa forma o alto conteúdo de PNDR permite aumentar a quantidade de aminoácidos essenciais no pool de aminoácidos metabolizável (LI et al., 2012). De forma geral, a elevação no CMS é o mecanismo mais importante na elevação da disponibilidade de aminoácidos no intestino delgado, o que eleva tanto a síntese de proteína microbiana quanto o escape de PNDR para o intestino delgado (CLARCK et al., 1992).

O planejamento alimentar pode alterar a composição corporal dos bovinos, visto que o uso de maiores proporções de concentrado pode resultar em menor participação de conteúdo ruminal em relação ao peso corporal, aumentando o rendimento de carcaça, e o contrário poderá ser observado em dietas com alta participação de tecidos fibrosos (PESONEN et al., 2014). Isso pode explicar a diferença na composição corporal e nas alterações no GMD, PC final e peso de carcaça entre os sistemas de terminação. Ressaltando assim a influência do tamanho ruminal em relação ao peso corporal, visto que os animais terminados em pasto apresentaram maior consumo de MS total e maior consumo de FDN.

Nessa ótica, associado ao elevado consumo de concentrado, o maior consumo de CNF dos animais confinados proporcionou maior aporte de energia para os microrganismos ruminais (RUSSELL et al., 1992), o que pode ter maximizado a eficiência microbiana, cujo é maior em função do total de carboidratos digeridos no rúmen. Russell et al. (1992), a partir dos requisitos de manutenção dos microrganismos e das respectivas taxas de crescimento, calcularam o máximo rendimento teórico dos microrganismos como de 0,4 g de massa microbiana/g carboidrato fermentado, favorecendo maior aporte de proteína microbiana para o animal. Considerando que a proteína microbiana pode suprir de 50 a 100% da proteína metabolizável exigida para bovinos de corte, apresentando em torno de 80% de digestibilidade intestinal e perfil aminoacídico compatível com o necessário para a deposição de músculo (NRC, 2000) pois a composição aminoacídica da proteína microbiana é similar à da proteína dos tecidos do próprio animal, isso pode ter contribuído para a maior deposição de carcaça dos animais terminados em confinamento.

Visto que o GMD na adaptação não foi influenciado entre os sistemas de terminação, remete ao fato importante de que os animais não apresentaram oscilação no consumo durante esse período (MILLEN et al., 2009) e que a hipótese que o DDG poderia melhorar o ganho nesse período em função da menor quantidade de amido na dieta não confirmou-se, provando

que a adaptação seguida com critério já discutidos por Millen et al., 2009, favorecem esse período. Contudo, o período de adaptação dos animais consumindo dietas com alto teor de concentrado é considerado crítico, pois os animais saem de condições onde a base da dieta era pasto e passam receber elevadas proporções de concentrado na dieta, gerando alterações ruminais e metabólicas que podem comprometer o consumo de matéria seca (MS) e o GMD (MILLEN et al., 2009).

A importância do rendimento de carcaça nos sistemas de produção no Brasil é consequência da forma de comercialização utilizada, que remunera o produtor de acordo com o peso de carcaça quente. Portanto, os animais terminados em pasto, apesar de terem apresentado mesmo rendimento de carcaça em relação aos animais terminados em confinamento, apresentaram menor ganho em carcaça o que implica em menor rendimento econômico (LOPES et al., 2012). Esse menor ganho em carcaça está relacionado com a qualidade da dieta, uma vez que o consumo dos animais mantidos em regime de pasto foi maior que animais mantidos em confinamento. A qualidade da dieta está totalmente relacionada com o tipo de volumoso (pasto ou silagem), pois a relação volumoso:concentrado entre os sistemas foi semelhante. Os animais terminados em confinamento tiveram relação de 30:70 sendo a silagem fonte de volumoso, e os animais terminados em pasto apresentaram relação de 32:68 de volumoso:concentrado, sendo o pasto a fonte de volumoso.

Considerando que a taxa de GMD de peso reflete o status metabólico do animal, uma vez que ela está diretamente associada a quantidade de nutrientes consumida (FERREL, 1988), os animais terminados em confinamento, independente de dieta, não apresentaram mudanças metabólicas, fato que contribuiu para a não alteração de GMD entre dietas. No entanto os Animais terminados em pasto apresentaram variação no consumo, porém sem refletir no GMD, isso remete ao fato de que o status metabólico do animal é alterado a medida que uma variação alta no consumo é observada (FERREL, 1988).

Em função do status metabólico do animal, um animal que apresenta-se preparado para metabolizar uma quantidade conhecida de nutrientes, quando aumenta a sua ingestão obrigatoriamente precisaria se adaptar para passar a metabolizar a maior quantidade de nutrientes consumida. Em um primeiro momento espera-se que a diferença e/ou sobra de nutrientes subsidiaria o maior crescimento animal, sendo que o organismo tende a buscar o equilíbrio por um ajuste metabólico (RYAN et al., 1993; CARSTENS, 1995).

Entretanto, a terminação dos animais em pasto, não atendeu a alta demanda por nutrientes dos animais para deposição de carcaça quando comparados com os animais terminados em confinamento (Siqueira et al., 2013). Contudo, os animais terminados em pasto apresentaram maior consumo de FDNi e FDN o que remete a maior consumo de forragem na dieta, que pode aumentar o tamanho de órgãos, trato gastrointestinal principalmente, aumentando a exigência de manutenção (NRC, 2000) e reduzindo a deposição de carcaça (PESONEN et al., 2014).

Os animais terminados em pasto apresentaram ganhos de peso e de carcaça 0,99 kg/dia e 0,78 kg/dia semelhantes aos encontrados por Moretti (2015), e acima dos reportados Koscheck (2016). Conforme exposto por Moretti (2015), a terminação em pasto, remete ao uso do pasto como fonte de fibra, e aumento do ganho em carcaça explorando o consumo de pasto em relação a terminação em confinamento.

Dentre os fatores que influenciam na produção de bovinos em pasto, a massa de forragem é o de maior impacto (NAVE et al., 2013). Na terminação em pasto a quantidade de massa de forragem e a oferta de forragem foram determinantes para que os animais apresentassem desempenho acima do observado por Koscheck (2016). O maior ganho apresentado pelos animais pode estar associado ao maior valor nutritivo da forragem.

Tabela 7. Desempenho de bovinos em fase de terminação em sistemas de produção: pasto e confinamento

| Item | Sistema Terminação ^(ST) | | EPM | Dietas ^(D) | | | EPM | <i>P-valor*</i> | | |
|------------------|------------------------------------|-------|-------|-----------------------|-------|--------|-------|-----------------|--------|--------|
| | Confinamento | Pasto | | FA | 50DDG | 100DDG | | ST | D | ST*D |
| PCI kg | 409 | 407 | 18,39 | 408 | 409 | 406 | 27,06 | 0,827 | 0,9429 | 0,8651 |
| PCF kg | 566a | 504b | 24,69 | 533 | 542 | 529 | 36,33 | <0,0001 | 0,7051 | 0,7622 |
| GMD (kg/dia) | 1,57a | 0,99b | 0,100 | 1,26 | 1,33 | 1,25 | 0,150 | <0,0001 | 0,3698 | 0,6205 |
| GMDadap (kg/dia) | 0,98 | 0,82 | 0,218 | 0,93 | 1,04 | 0,73 | 0,320 | 0,1571 | 0,0661 | 0,2738 |
| RC% | 55,4 | 55,6 | 0,860 | 50,8 | 55,5 | 55,1 | 1,270 | 0,6307 | 0,2892 | 0,4305 |
| GMDc (kg/dia) | 1,09a | 0,78b | 0,070 | 0,95 | 0,97 | 0,89 | 0,110 | <0,0001 | 0,2665 | 0,9960 |

*Letras minúsculas na linha diferem os sistemas pasto e confinamento e as dietas quando $P < 0,05$ pelo teste tukey.

De acordo com Vendramini et al. (2013), a intensidade de pastejo influencia a composição química da forragem. Onde, o período de outono/inverno e a plasticidade fenotípica imposta no período de maior crescimento da forragem é determinante em modular a estrutura do pasto no período seguinte, o que pode implicar na maturidade dos tecidos vegetais (BIRCHAM e HODGSON, 1984), aumento na espessura da parede celular e frações fibrosas (VAN SOEST, 1994), prejudicando o valor nutritivo.

Durante a fase de terminação, o animal aproxima-se da puberdade e passa a ocorrer aumento na deposição de tecido adiposo e diminuição da deposição de tecido muscular (BATT, 1980). Estas mudanças resultam no aumento da exigência de energia para ganho, visto que a deposição de tecido adiposo é menos eficiente por unidade de massa do que a de tecido muscular (LANA, 1997). De acordo com Byers (1982), durante a fase de terminação a proporção de gordura depositada na carcaça está diretamente relacionada ao consumo de energia. Esses fatos podem implicar na escolha do sistema de terminação em confinamento ou pasto, com objetivo de buscar a maior eficiência do animal em relação a quantidade de carcaça ganha em relação ao consumo de nutrientes.

3.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O consumo de matéria seca em % PC foi maior nos animais suplementados com 50DDG. Animais terminados em confinamento tem desempenho superior aos animais terminados em sistema de pastejo. O DDG não altera o desempenho na adaptação e na fase de terminação em confinamento ou pasto.

3.5. LITERATURA CITADA

- Allen, M.S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3063-3075, 1996.
- AOAC. **Official Methods of Analysis**, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, 1990.
- Ariza, P.; Bach, A., Stern, M.D.; Hall, M.B. Effects of carbohydrates from citrus pulp and hominy feed on microbial fermentation in continuous culture. **Journal of Animal Science**, 79:2713-2718, 2001.
- Arrigoni, M. D. B; Alves Jr., A; Dias, P. M. A.; Martins, C. L.; Cervieri, R. C.; Silveira, A. C.; Oliveira, H. N.; Chardulo, L. A. L. Desempenho, fibras musculares e carne de bovinos jovens de tres grupos geneticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.10, p.1033-1039, 2004.
- Basso, K.C.; Lempp, B.; Baldi, F.; Azenha, M.V.; Oliveira, A.A.; Reis, R.A. Anatomia foliar do capim marandu submetido a alturas de pastejo sob lotação contínua. In. **Proceedings of the III International Symposium on Forage Breeding**, November 7th to 11th, 2011 / Bonito, MS / Brazil.
- Batt, R.A.L. Studies in Biology n. 116, 1980. **Influences on Animal Growth and Development**. Camelot Press, London.
- Berg, R.T. e Butterfield, R.M. Nuevos conceptos sobre desarrollo de ganado vacuno. Zaragoza: Acibia, 1979. 297p.
- Byers, F.M. Nutritional factors affecting growth of muscle and adipose tissue in ruminants. **Federetion Proceedings**. v. 41, p. 2562-2566, 1982.
- Carstens, G.E. In: Symposium of Intake by feedlot cattle, 1995, Oklahoma State University. **Proceedings...** 1995, p.70-84.
- Carvalho, I.P.C.; Detmann, E.; Mantovani, H.C. et al. In vitro growth and antimicrobial activity of lactic acid bacteria from rumen fluid according to energy or nitrogen source. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1260-1265, 2011.
- Clark, J. H.; Klusmeyer, T. H.; Cameron, M. R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 75:2304-2323, 1992.
- Cochran, R.C., Adams, D.C., Wallace, J.D., Galyean, M.L., 1986. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal of animal science**. 63, 1476–1483.
- Cone, J.W.; Van Gelder, A.H. Influence of protein fermentation on gas production profiles. **Animal Feed Science and Technology**, v.76, p.251-264, 1999.

- Costa, V.A.C.; Detmann, E.; Valadares Filho, S.C. et al. Degradação in vitro da fibra em detergente neutro de forragem tropical de alta qualidade em função da suplementação com proteína e/ou carboidratos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1803-1811, 2009.
- Costa, V.A.C.; Detmann, E.; Valadares Filho, S.C.; Paulino, M.F.; Henriques, L.T.; Mantovani, H.C. Degradação in vitro da fibra em detergente neutro de forragem tropical de baixa qualidade em função de suplementação com proteína e/ou carboidratos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p. 494-503, 2008
- Crampton, E.W.; Donefer, E.; Lloyd, L.E. A nutritive value index for forages. **Journal of Animal Science**, v.19, n.3, p.538-544, 1960.
- Felix, T. L., and S. C. Loerch. 2011. Effects of haylage and monensin supplementation on performance, carcass characteristics, and ruminal metabolism of feedlot cattle fed diets containing 60% dried distillers grains. **J. Anim. Sci.** 89:2614–2623.
- Ferrel, C.L. Contribution of visceral organs to animal energy expenditures. **Journal of Animal Science**, v. 66, p. 23-34, 1988.
- Galyean, M. L., and P. J. Defoor. 2002. Effects of roughage source and level on intake by feedlot cattle. **Journal Animal Science** 81(Supp. 2):E8-E18.
- Hall, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. University of Florida, Bulletin 339, april, 2000.
- Kimura, F.T.; Miller, V.L. Improved determination of chromic oxide in cow feed and feces. **J. Agric. Food Chemist.**, v.5, p.216-216, 1957.
- Klopfenstein, T. J., G. E. Erickson, And V. R. Bremer. 2008. Boardinvitedreview: Use of distillers by-products in the beefcattle feeding industry. **J. Anim. Sci.** 86:1223–1231.
- Koscheck, J.F.W. **Intensificação do manejo do pasto e uso da suplementação nos parâmetros produtivos na recria e terminação de bovinos de corte**. 122 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2017.
- Lana, D.P. Fatores condicionantes e predisponentes de puberdade e da idade de abate. In: SIMPOSIO SOBRE PECUARIA DE CORTE, FEALQ, 1997, **Anais...**, 1997, p. 41-78.
- Leaver, J.D; Campling, R.C; Holmes, W. And W. The effect of level of feeding on the digestibility of diets for sheep and cattle. **Animal Production**, 11, p 1118, 1969.
- Li, C., Li, J. Q., Yang, W. Z., Beauchemin, K. A. Ruminal and intestinal amino acid digestion of distiller's grain vary with grains our and milling process, **Animal Feed Science and Technology**, v. 175, p. 121-130, 2012.
- 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.

- Lopes, L.S; Ladeira, M.M; Neto, O.R.M et al. Características de carcaça e cortes comerciais de tourinhos Red Norte e Nelore terminados em confinamento. **R. Bras. Zootec.**, v.41, n.4, p.970-977, 2012
- Luchiarri Filho, A. **Pecuária da carne bovina**. 1.ed. São Paulo, 2000. 134p.
- Millen, D. M.; Pacheco, R. D. L.; Arrigoni, M. D. B.; et al. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 3427-3439, 2009.
- Moretti, M.H. 2015. **Estratégias alimentares para a recria e terminação de tourinhos nelore**. 107 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2015.
- National Research Council - NRC, **Nutrient Requirements Of Daily Cattle**. 7th Ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.
- National Research Council - NRC, **Nutrient requirements of beef cattle**, 7,ed, Washington, D,C,: National Academy Press, 1996, 242p.
- National Research Council – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.:National Academy, 242p, 2000.
- Paez-Bernal, D.M. **Dinâmica de degradação in vitro da fibra em detergente neutro de capim-braquiária em função de suplementação com diferentes fontes de compostos nitrogenados e carboidratos**. 2007. 49f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- Pesonen, M.; Joki Tokola, E.; Huuskonen, A. Effect of concentrate proportion and protein supplementation on performance of growing and finishing crossbred bulls feed a whole-crop barley silage-based diet. **Animal Production Science**, v. 54, p. 1399-1404, 2014.
- Reid, J. T., 1961. Problems of feed evaluation related to feeding dairy cows. **J Dairy Sci** 11, 2122-2133.
- Resende, F.D.; Pazdiora, R.D.; Faria, M.H.; Siqueira, G.R.; Sampaio, R.L.; Custódio, L. Peso e rendimento de cortes comerciais de tourinhos Nelore abatidos em diferentes pesos corporais. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 48, 2011, Belém. **Anais...** SBZ:Belém, 2011.
- Robertson, J. B.; Van Soest, P. J. **The detergent system of analysis**. In: JAMES, W. P. T., THEANDER, O. (Eds.). *The Analysis of Dietary Fibre in Food*. Marcel Dekker, NY, Chapter 9, p. 123–158, 1981.
- Robertson, J.B; Van Soest, P.J. A note on digestibility in sheep as influenced by level of intake. **Animal Production**, 21, p. 8992, 1975.
- Russell, J.B.; O'Connor, J.D.; Fox, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: ruminal fermentation. **Journal of Animal Science** , v.70, n.12, p.3551-3581, 1992.

- Ryan, W.J.; Williams, I.H.; Moir, R.J. Compensatory Growth In Sheep And Cattle. Ii. Changes In Body Composition And Tissue Weights. **Australian Journal Of Agricultural Research**, V. 44, P. 1623-1633, 1993.
- Sainz, R. D.; Farjalla, Y. B. **Otimização do confinamento para garantir a qualidade das carcaças e maximizar o lucro. 2009.** Disponível em: <http://admin.webplus.com.br/public/upload/downloads/030220120858071984000MOAU.pdf>. Acessado em: 08 de junho de 2018.
- SAS Institute, 2008. **SAS/STAT 9.2 User's Guide**. SAS Institute, Cary, NC.
- Schettini, M.A., Prigge, E.C., Nestor, E.L. Influence of mass and volume of ruminal contents on voluntary intake and digesta passage of a forage diet in steers. **Journal of Animal Science**, v.77, p.1896-1904, 1999.
- Siqueira GR, Moretti MH, Fernandes RM, Roth MTP, Resende FD, Santos Júnior AI (2013) Associação pasto-confinamento na produção intensiva de carne bovina. **II SIMBOV – II Simpósio Matrossense de Bovinocultura de Corte**.
- Valente, T.N.P., Detmann, E., Queiroz, A.C. et al. 2011. Evaluation of ruminal degradation profiles of forages using bags made from different textiles. **Revista Brasileira Zootecnia**. 40, 2565–2573.
- Van Soest, P.J. **Nutritional Ecology Of The Ruminant**. 2.Ed. Ithaca, NY, Cornell University Press. 476p. 1994.
- Van Soest, P.J., Mertens, D.R. The use of neutral detergent fiber versus acid detergent fiber in balancing dairy rations. In: TECHNICAL SYMPOSIUM, 1984, Fresno. **Proceedings...** Fresno: Monsanto - Nutrition Chemicals Division, 1984. p.75-92.
- Waldo, D.R. Effect of forage quality on intake and forage concentrate interactions. **Journal of Dairy Science**, v.69,n.4, p.617-631, 1986.
- Zorzi, K.; Detmann, E.; Queiroz, A.C. et al. In vitro degradation of neutral detergent fiber of high-quality tropical forage according to supplementation with different nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.964-971, 2009