



CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL

RHAIZA ALVES DE OLIVEIRA

**EFEITO DA OFERTA DE CONCENTRADO ADITIVADO COM MONENSINA
SOBRE O DESEMPENHO DE BEZERROS DE CORTE EM PASTEJO**

**ARAGUAÍNA – TO
MARÇO 2020**

RHAIZA ALVES DE OLIVEIRA

**EFEITO DA OFERTA DE CONCENTRADO ADITIVADO COM MONENSINA
SOBRE O DESEMPENHO DE BEZERROS DE CORTE EM PASTEJO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciência Animal.

Orientador: Dr. João Maurício Bueno Vendramini

Coorientador: Dr. José Neuman Miranda Neiva

ARAGUAÍNA (TO)

Março 2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

O48e Oliveira, Rhaiza Alves .
Efeito da oferta de concentrado aditivado com monensina sobre o desempenho de bezerros de corte em pastejo. / Rhaiza Alves Oliveira. – Araguaína, TO, 2020.
82 f.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Pós-Graduação (Doutorado) em Ciência Animal Tropical, 2020.
Orientador: João Mauricio Bueno Vendramini
Coorientador: José Neuman Miranda Neiva
1. Bovino de corte. 2. Desmame precoce. 3. Ionóforo. 4. Suplementação. I. Título

CDD 636.089

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizada desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

RHAIZA ALVES DE OLIVEIRA

EFEITO DA OFERTA DE CONCENTRADO ADITIVADO COM MONENSINA
SOBRE O DESEMPENHO DE BEZERROS DE CORTE EM PASTEJO

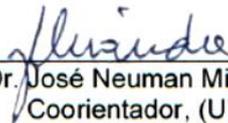
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical em 09 de Março de 2020, avaliada para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca examinadora.

Data da Aprovação 09 / 03 / 2020

Banca examinadora:



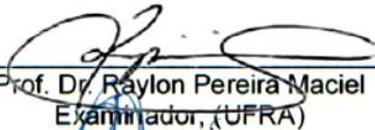
Prof. Dr. João Maurício Bueno Vendramini
Orientador, (UF)



Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva
Coorientador, (UFT)



Prof. Dr. Philippe Moriel
Examinador, (UF)



Prof. Dr. Raylon Pereira Maciel
Examinador, (UFRA)



Prof. Dr. Fabricia Rocha Chaves Miotto
Examinador, (UFT)

DEDICATÓRIA

Aos meus Pais,

José Martins Silva de Oliveira e Maria Luciléia Alves Batista.

Eles sempre foram minha maior inspiração;

E aos meus adoráveis sobrinhos,

William, Enzo Gabriel, Flávia e Guilherme.

Que eles tenham a sabedoria de buscar o mágico mundo do conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à **Deus** por ter sido meu refúgio sempre que precisei. Foram tantos momentos difíceis durante a trajetória que só conseguir chegar até aqui porque sempre tive um **DEUS** que me fez forte e nunca permitiu que eu desistisse.

Ao meu **Programa de Pós-Graduação Ciência Animal Tropical (PPGCAT)** pela oportunidade de fazer o tão sonhado **DOCTORADO**.

À **Universidade Federal do Tocantins**, a qual eu considerarei minha segunda casa por 8 anos e onde eu aprendi ainda mais valorizar a riqueza que é o conhecimento.

A **Capes** pela concessão da minha bolsa de estudo.

Ao **Range Cattle Research and Education Center (RCREC)** por ter me acolhido durante a execução dos experimentos e onde tive a oportunidade de conhecer excelentes profissionais da área da Zootecnia.

A **Universidade da Flórida** pela oportunidade de realizar meu **Doutorado Sanduíche**. Sem dúvidas umas das melhores **Universidades** para quem procura excelência em pesquisa no ramo das **Ciências Agrárias**.

Ao meu orientador **Dr. João Maurício Bueno Vendramini** por me proporcionar a realização dos meus experimentos no **RCREC**, foi uma experiência desafiadora que me abriu os olhos para o mundo. Obrigada pela valiosa orientação e pela amizade. O senhor é um exemplo de profissional raro!

Ao meu coorientador **Dr. José Neuman Miranda Neiva** que me fez despertar o interesse pela **Pós Graduação** e o qual eu tive o privilégio de conviver e aprender desde o primeiro semestre da faculdade, e lá se vão 10 anos até aqui! Posso dizer que o senhor formou meu caráter acadêmico e me fez uma profissional responsável, esforçada e dedicada. Professor Neuman, **MUITO OBRIGADA!**

Ao **Dr. Philippe Moriel** pela amizade e valiosa colaboração na publicação do meu primeiro artigo em um **Período Internacional** e pela oportunidade de estágio em seu Programa no **RCREC**.

A Professora **Dr. Fabrícia Miotto** pelos valiosos ensinamentos, conselhos e amizade.

Ao Professor **Dr. João Restle** pela amizade e ensinamentos. Veio dele o incentivo principal para que eu fizesse o estágio no exterior. Sempre será um exemplo para seus alunos.

A professora **Dr. Deborah Alves**, que mesmo não sendo do meu comitê sempre estava à disposição quando a solicitei. Tenho por ela extrema admiração pela profissional que é.

Ao Professor Dr. Raylon Maciel por ter aceitado o convite de fazer parte do meu comitê de avaliação e pela amizade.

A todo o quadro de **Professores Doutores do PPGCAT** por todos os ensinamentos compartilhados. Sou grata por cada um!

Aos colegas da Pós-Graduação **Thiago Saboia, Raquel Martins, Rafael Oliveira, Ithalo Barros, Ricciere Parente, Tays Ranniele, Elis Regina Samea Cabral, Leide Karla, Maryanne, André.**

Aos amigos durante meu tempo no RCREC por toda ajuda e amizade **Marcelo Vedovatto, Miguel Miranda, Juliana Ranches, Hiran Marcelo, Julie, Jonhe, José Luiz, Wendy Colombo, Elizabeth Palmer, Vinícios Gouveia, Caroline Brandoni, Yanyan Lu, Kelly, Caio, Lucas Zannini, Cindy.**

Aos funcionários de campo do RCREC pela valiosa ajuda com o manejo dos animais **Autin, Tom, Ryan, Clay e Jacob.**

Aos meus pais **María Lucileia e José Martins.** Eles nunca achavam justo minhas visitas rápidas, mas sempre me apoiaram em todas minhas decisões. Obrigada por confiar em mim. Amo incondicionalmente.

Aos meus irmãos **Weldon, Maynara, Martinho Neto e Rhaylton** pelo apoio e por aceitar que a minha ausência nos encontros de família era por um sonho de vencer pelos estudos.

Aos meus sobrinhos **William, Enzo Gabriel, Flavia Pereira e Guilherme** por serem meu motivo de alegria em cada ida para casa nas rápidas visitas a família.

Aos meus tios **Marta Sonia e Valdir Primo** por terem me acolhido em casa e me dado abrigo também em seus corações. Amo vocês.

A minha prima **Thaise e seu esposo Márcio** pela amizade e carinho. Eles me proporcionaram viver grandes momentos.

Ao meu companheiro **João Marcelo Sanchez.** Sempre me apoiou e me deu forças em tantos momentos difíceis dos estudos. Obrigada pela paciência e compreensão! Te amo.

Meu muito obrigada a todos!

“Você não estará sempre motivado, por isso deve aprender a ser disciplinado”.

Autor Desconhecido

RESUMO GERAL

A monensina é um aditivo promotor de crescimento utilizado em bovinos desde a década de 80, no entanto, a disponibilidade de dados sobre sua utilização na suplementação de bezerros de corte desmamados precocemente e em *creep-feeding* é limitada. Três experimentos foram conduzidos para avaliar o efeito de concentrado aditivado com monensina sobre o desempenho, parâmetros fisiológicos e infestação de ovos coccídeos nas fezes de bezerros desmamados precocemente e mantidos em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum*; Experimento 1) ou bahiagrass (*Paspalum notatum*; Experimento 2), bem como em bezerros suplementados em *creep-feeding* mantidos em pastagem de limpograss (*Hemarthria altissima*; Experimento 3). O experimento 1 foi conduzido nos anos de 2018 e 2019, com duração de 84 dias em cada ano. Foram utilizados 32 bezerros Brangus por ano desmamados precocemente (107 ± 18 dias de idade, PV $84,6 \pm 14$ kg) e distribuídos aleatoriamente em 8 pastos (4 bezerros/pasto/ano). Os tratamentos consistiram da oferta de 1% de PV de concentrado (MS) contendo ou não monensina (20 mg de monensina/kg de CMS), em delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições por tratamento. No experimento 2, 48 bezerros Brangus desmamados precocemente (92 ± 14 dias de idade; 97 ± 12 kg de PV) foram distribuídos aleatoriamente em 8 pastos (6 bezerros/pasto) de bahiagrass. Os tratamentos consistiram da oferta de 2% de PV de concentrado contendo ou não monensina (20 mg de monensina/kg de CMS) por 84 dias em delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições por tratamento. Posteriormente, 6 machos e 6 fêmeas/tratamento foram alocados em confinamento durante 16 dias para avaliação do efeito da monensina sobre o consumo de forragem. No experimento 3, 24 vacas (488 ± 10 kg PV) e seus respectivos bezerros (154 ± 6 kg PV; 92 ± 14 d) provenientes de cruzamento Angus x Brahman foram alocados aleatoriamente em 8 pastos (3 vacas e 3 bezerros /pasto) de limpograss. Os tratamentos consistiram na suplementação dos bezerros em *creep-feeding* (0,4 kg de farelo de soja) com ou sem a adição de monensina (20 mg de monensina/kg de CMS), distribuídos em delineamento em blocos completos casualizados com quatro repetições por tratamento, sendo os pastos compondo os blocos. Em pastagem de azevém (Experimento 1), a inclusão de monensina aumentou o GMD (0,71 vs. 0,54 kg/dia) e diminuiu a contagem fecal de coccídeos (0,40 vs. 1,15 \log_{10} ovos /g de fezes) em bezerros desmamados precocemente comparado aos bezerros controle. Resultados semelhantes foram observados em bezerros desmamados precocemente e mantidos em pastagem de bahiagrass (Experimento 2), onde a fortificação com monensina também aumentou o GMD (0,94 vs. 0,80 kg/d) e diminuiu a contagem de coccídeos nas fezes (0,33 vs 1,14 \log_{10} ovos/g de fezes). No entanto, tanto o desempenho quanto a contagem de ovos coccídeos nas fezes de bezerros suplementados em sistema *creep-feeding* não foram afetadas pela fortificação com monensina em comparação ao tratamento controle (0,78 kg/dia e 0,19 \log_{10} ovos/g de fezes, respectivamente). No experimento 3, o uso de monensina não alterou as concentrações plasmáticas de glicose, insulina, IGF-1 e nitrogênio ureico. Dessa forma, o uso de concentrado aditivado com monensina para bezerros Brangus desmamados precocemente e mantidos em pastagem tropical perene ou em pastagem de azevém anual recebendo oferta de concentrado 1 e 2%, respectivamente, poderia ser uma estratégia de manejo para diminuir a infestação de coccidiose e melhorar o desempenho. Para bezerros Brangus com idade avançada (5 meses) em *creep-feeding* recebendo quantidade limitada de concentrado (400 g/d de Farelo de Soja, MS) e mantidos em pastagem de baixa qualidade, a inclusão de

monensina não obteve efeito sobre o desempenho, parâmetros fisiológicos e infestação de ovos coccídeos nas fezes.

Palavras-chave: bovino de corte, desmame precoce, *eiméria*, ionóforo, suplemento

GENERAL ABSTRACT

Monensin is a growth promoting feed additive that has been widely used in beef cattle production; however, there is limited amount of information about the monensin effects on performance of growing, young beef calves in tropical/subtropical environments. Three studies were conducted to evaluate the effects of supplemental monensin on growth, physiological parameters and coccidiosis infestation of early-weaned calves grazing annual ryegrass (*Lolium multiflorum*; Exp. 1) or bahiagrass (*Paspalum notatum*; Exp. 2), and in calves offered creep-feeding while grazing limpograss pasture (*Hemarthria altissima*; Exp. 3). Exp. 1 was conducted in 2018 and 2019. Thirty-two Brangus early-weaned (107 ± 18 days of age, $BW = 84.6 \pm 14$ kg) were randomly distributed into 8 annual ryegrass pastures (4 calves/pasture/year). Treatments were control (no monensin) or 20 mg of monensin/kg of DM intake distributed in a completely randomized design with 4 replicates/treatment. Calves were supplemented with concentrate at 1% of BW (DM basis). Experiment 2 was conducted in 2 phases. During phase 1, 48 Brangus calves (92 ± 14 days of age; 97 ± 12 kg of BW) were early-weaned and randomly assigned into 1 of 8 bahiagrass pastures (6 calves/pasture). Treatments were similar to Exp. 1 and early-weaned calves were supplemented with concentrate at 2% of BW (DM basis). During phase 2, 12 calves/treatment (6 steers and 6 heifers) were randomly assigned in a drylot facility for 17 days to evaluate forage and total DM intake, and apparent DM digestibility. Calves remained on their respective treatment previously assigned in phase 1 and provided daily free-choice access to ground stargrass (*Cynodon nlemfuensis*) hay. In Exp. 3, 24 cows Angus x Brahman crossbreeding ($BW = 488 \pm 10$ kg) and their respective calves ($BW = 154 \pm 6$ kg BW; age ~ 5 months) were randomly assigned into 1 of 8 pastures (3 cows and 3 calves/pasture) of limpograss. Treatments consisted of calves creep-fed 0.4 kg/day of soybean meal with or without monensin (20 mg / kg, DM basis), allocated in a randomized complete block design with 4 replicates/treatment. In Exp. 1, monensin increased ADG (0.71 vs. 0.54 kg/day) and decreased the coccidiosis infestation (0.40 vs. 1.15 \log_{10} eggs/g of feces) in feces compared to control treatment. Similar results were observed in Exp. 2 and monensin increased ADG (0.94 vs. 0.80 kg/d) and decreased coccidiosis infestation (0.33 vs 1.14 \log_{10} eggs/g of feces). However, in Exp. 3, calf ADG and coccidiosis infestation were not affected by monensin compared to the control treatment (0.78 kg/day and 0.19 \log_{10} eggs/g of feces, respectively). Effects of monensin were not detected for plasma concentrations of glucose, insulin, IGF-1 and urea nitrogen in Exp. 1, 2, and 3. In conclusion, the use of monensin may be a strategy to decrease coccidiosis infestation and improve the performance of early-weaned calves receiving greater levels of concentrate. Monensin may not be effective on calves receiving *creep-feeding* with limited levels of concentrate and reduced coccidiosis infestation.

Keywords: beef cattle, coccidiosis, grazing system, ionophore, supplement

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL	9
CAPÍTULO 2 - REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 MONENSINA	11
2.1.1 Características gerais	11
2.1.1 Mecanismo de ação e efeito dos ionóforos em bovinos	12
2.1.3 Utilização e efeito da monensina para bovinos sob pastejo	14
2.1.4 Efeito da monensina sobre o controle de coccidiose em bezerros de corte	16
2.2 DESMAMA PRECOCE	17
2.3 <i>CREEP-FEEDING</i>	20
2.4 BAHIAGRASS.....	22
2.5 LIMPOGRASS	24
2.6 AZEVÉM ANUAL	26
REFERÊNCIAS	29
CHAPTER 3 – SUPPLEMENTAL MONENSIN IMPACTS GROWTH, PHYSIOLOGY, AND COCCIDIOSIS INFESTATION OF EARLY-WEANED BEEF CALVES CONSUMING WARM-SEASON PERENNIAL OR COOL-SEASON ANNUAL GRASSES	38
ABSTRACT.....	39
INTRODUCTION	39
MATERIALS AND METHODS	41
RESULTS AND DISCUSSION.....	47
APPLICATIONS.....	52
LITERATURE CITED.....	53
CAPÍTULO 4 - EFEITO DA INCLUSÃO DE MONENSINA EM <i>CREEP-FEEDING</i> SOBRE O DESEMPENHO DE BEZERROS E VACAS EM PASTAGEM TROPICAL	63
RESUMO	63
1 INTRODUÇÃO.....	65
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	66
3 RESULTADOS.....	70
4 DISCUSSÃO.....	73
5 CONCLUSÃO	77
REFERÊNCIAS	78
CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
ANEXOS	83

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL

A Flórida, nos EUA, é um estado produtor de bezerros de corte com um rebanho de vacas de mais de 880 mil animais (USDA, 2017). Após a desmama, que ocorre com aproximadamente 7 a 8 meses, os bezerros são transportados para a terminação em sistema de confinamento em outros estados, como o Texas e Oklahoma. Semelhante ao rebanho brasileiro, o rebanho de vacas de corte da Flórida é mantido em pastagens ao longo do ano, sendo em sua maioria compostas por gramíneas C4.

As fases de cria e recria são importantes pois tem influência direto no desempenho durante a terminação dos animais e na rentabilidade dos sistemas de produção de gado de corte. O desmame de bezerros de corte precocemente, quando associado ao uso de suplementação, trata-se de uma prática de manejo com potencial para melhorar a eficiência reprodutiva de vacas primíparas e produzir bezerros com PV similares aos de bezerros desmamados com aproximadamente 9 meses (ARTHINGTON; KALMBACHER, 2003). Desempenho satisfatório para bezerros desmamados precocemente criados em pastagem tropical associada ao uso de suplementação no Sul da Flórida foi reportado por Vendramini et al. (2018). *Creep-feeding* também é uma ferramenta de manejo utilizada na produção de bezerros de corte que tem demonstrado potencial para melhor o desempenho (AGUIAR et al., 2015), bem como o *status* imunológico dos bezerros (VENDRAMINI; MORIEL, 2018). Outra vantagem desta ferramenta é a otimização do consumo de matéria seca no confinamento pós desmame (MORIEL; ARTHINGTON, 2013), refletindo em melhor adaptação e terminação mais rápida dos animais.

A monensina é um aditivo promotor de crescimento já consolidado na dieta de bovinos em confinamento, porém, ainda há poucos e inconsistentes dados sobre seu potencial efeito em sistemas de pastejo. Nos últimos anos, pesquisadores da Universidade da Flórida têm direcionado esforços em estudos para identificar possíveis benefícios do aditivo na produção de bovinos de corte em sistema de pastejo. Vendramini et al. (2018) observaram que a suplementação de 200 mg/dia de monensina melhorou o desempenho e diminuiu a infestação de coccídeos nas fezes de bezerros de corte mantidos em pastagem de bahiagrass (*Paspalum notatum* Flüggé) recebendo nível elevado (1 ou 2% do PV) de suplementação. Em contraste,

Moriel et al. (2019) não observaram efeito da adição de monensina (200 mg/dia) sobre o desempenho de novilhas mantidas em pastagem de bahiagrass recebendo 2 kg/dia de melão + 0,5 kg/dia de caroço de algodão. Da mesma forma, Vendramini et al. (2015), também não reportaram efeito da mesma quantidade de monensina sobre o desempenho de novilhas de corte recebendo suplementação a base de casca de soja (0,4 kg/dia).

Estudos que explorem o potencial efeito da monensina associado ao uso do concentrado sobre o desempenho e controle de coccidiose em bezerros criados em diferentes sistemas (desmama precoce e/ou *creep-feeding*) ainda são pouco explorados na literatura. A hipótese desse estudo foi que a inclusão de monensina associado ao uso da suplementação poderia melhorar o desempenho e diminuir a incidência de coccidiose em bezerros de corte mantidos em pastagem. O estudo foi desenvolvido com objetivo de testar o efeito de concentrado aditivado com monensina sobre o desempenho, parâmetros fisiológicos e infestação de ovos coccídeos nas fezes de bezerros desmamados precocemente mantidos em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum*) e/ou em pastagem tropical, e em bezerros suplementados em sistema *creep-feeding* mantidos em pastagem tropical.

CAPÍTULO 2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MONENSINA

2.1.1 Características gerais

Ionóforos como monensina, lasolacida, salinomicina e narasina são substâncias lipídicas, hidrofóbicas e solúveis, produzidas por cepas de *Streptomyces* (BERGEN; BATES, 1984). Estas substâncias podem interagir estequiometricamente com um íon metálico e atuar como um carreador pelo qual os íons podem ser transportados através de uma membrana lipídica biomolecular (RUSSEL; STROBEL, 1989). O exterior da molécula é hidrofóbico enquanto seu interior é de característica hidrofílica, sendo capaz de se ligar com cátions (CHOW et al., 1994).

A monensina sódica é classificada como um ionóforo carboxílico poliéster, produzida por *Streptomyces cinnamonensis* (BERGEN; BATES, 1984). É o ionóforo mais utilizado na alimentação de ruminantes que, embora promova alterações favoráveis na fermentação ruminal (BERGEN; BATES, 1984; RUSSEL, 1987), foi originalmente desenvolvida para ser utilizada na dieta de frango como aditivo coccidiostático. O uso da monensina na dieta de bovinos foi primariamente aprovado em confinamento em 1975 (GOODRICH et al., 1984). Desde então os ionóforos têm sido utilizados extensivamente na dieta de bovinos para manipulação da fermentação ruminal.

Outra característica importante dos ionóforos está relacionada ao nível de afinidade que cada um possui para os cátions com os quais podem interagir, pois não apresentam a mesma afinidade para todos cátions⁺ (BERGEN; BATES, 1984). A monensina, por exemplo, media primariamente trocas relacionadas aos cátions Na⁺ e H⁺, isso porque sua afinidade pelo cátion Na⁺ é dez vezes maior do que pelo cátion K⁺ (BERGEN; BATES, 1984). Identificar essa diferença no padrão de afinidade é importante para entender que as reações de trocas específicas catalisadas por diferentes ionóforos usados em ruminantes será dependente da afinidade do cátion de cada ionóforo e do mecanismo específico pelo qual a translocação de cátions a nível de membrana ocorre.

2.1.1 Mecanismo de ação e efeito dos ionóforos em bovinos

Os ionóforos são capazes de penetrar a membrana e promover alterações no fluxo de íons dentro da célula inibindo o crescimento de bactérias Gram-Positivas, protozoários e fungos no rúmen (RUSSEL; STROBEL, 1989), enquanto que bactérias Gram-Negativas são resistentes a ionóforos como monensina (RUSSEL, 1987). Diferente das bactérias Gram-Negativas, as bactérias Gram-Positivas possuem apenas uma membrana celular, fazendo com que as alterações no fluxo de cátions causadas pelo ionóforo provoquem alterações nas concentrações de cátions no interior da célula (RUSSEL; STROBEL, 1989).

O modo de ação básico da monensina é criar um fluxo de transporte de íon através da membrana celular (DUFFIELD; BAGG, 2000). A monensina liga-se a membrana celular de bactérias Gram-Positivas e primeiramente promove a saída de íons potássio (K^+) da célula e entrada de íons hidrogênio (H^+) e sódio (Na^+) para dentro da célula (BERGEN; BATES, 1984). Dessa forma, a monensina promove redução da concentração do K^+ e pH intracelular e aumento do Na^+ intracelular. A elevada quantidade de H^+ que entra na célula é novamente transportado para fora via transporte ativo envolvendo adenosina trifosfato (ATP) ou via transporte passivo com a entrada de Na^+ pela saída de H^+ . Para manter o equilíbrio do pH celular as bactérias gastam energia, o que resulta em morte ou crescimento reduzido das bactérias sensíveis a ação da monensina (RUSSELL, 1987). Para Russell (1987), a inibição do crescimento das bactérias sensíveis à monensina não estaria diretamente relacionada com a redução do pH. A inibição do crescimento poderia ser resultado da utilização de ATP para expulsar o excesso de H^+ da célula (Figura 1).

Devido as bactérias Gram-Negativas apresentarem dupla membrana celular, estas são geralmente mais resistentes a ação dos ionóforos do que as bactérias Gram-Positivas. Dessa forma, ionóforos como monensina seletivamente inibem o crescimento de bactérias Gram-Positivas ao invés das Gram-Negativas (DUFFIELD et al., 2000; BERGEN; BATES, 1984). Bactérias Gram-Positivas como *Streptococcus bovis* são produtoras de H^+ , que é um precursor da produção de metano, enquanto que as bactérias Gram-Negativas são produtoras de succinato e propionato, que são precursores de glicose no animal ruminante (BERGEN; BATES, 1984).

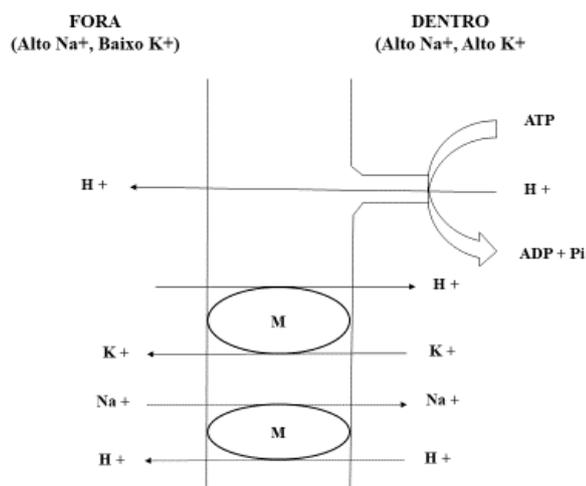


Figura 1 – Mecanismo de ação da monensina em bactérias ruminais Gram-Positivas. (Adaptado Russel, 1987).

Através da mudança no padrão de fermentação ruminal, selecionando bactérias Gram-Negativas no rúmen, a monensina é capaz de influenciar áreas específicas do metabolismo animal (DUFFIELD et al., 2000). Bergen e Bates, (1984) destacaram três importantes áreas do metabolismo animal que a monensina influencia: 1) aumento da eficiência no metabolismo energético, principalmente por meio do maior aporte de glicose através do aumento da proporção molar de propionato 2) melhoria no metabolismo proteico, em função da diminuição da proteólise no rúmen e alteração do local de degradação de proteica para o intestino delgado, e 3) redução da ocorrência de desordens metabólicas ruminais, devido auxiliar no equilíbrio do pH ruminal e redução da proporção de ácido láctico no rúmen, sobretudo em dietas com elevada quantidade de concentrado. De maneira geral, são descritos vários efeitos de ação da monensina, incluindo modificação da produção molar de ácidos graxos voláteis, alterações do consumo de matéria seca e digestibilidade da dieta e diminuição da produção ruminal de gases (GOODRICH et al., 1984; BERGEN; BATES, 1984).

O mecanismo pelo qual a monensina muda a relação de ácidos graxos voláteis no rúmen é através do aumento da proporção molar de ácido propiônico com consequente redução na proporção de ácido butírico e acético (RICHARDSON et al., 1976; GOODRICH et al., 1984). Com o aumento da produção de propionato no rúmen pode ocorrer maior produção de glicose via gliconeogênese (GOODRICH et

al., 1984). Outro efeito da ação da monensina é sobre o controle de coccidiose em bezerros de corte (VENDRAMINI et al., 2018) e leite (STROMBERG et al., 1986).

2.1.3 Utilização e efeito da monensina para bovinos sob pastejo

O uso da monensina em programas de suplementação pode promover melhoria no desempenho de bovinos mantidos em pastejo (BRETSCHEIDER et al., 2008; BECK et al., 2014). Contudo, o potencial efeito da monensina em sistema de pastejo é mais evidenciado quando se utiliza elevado nível de suplementação. Vendramini et al. (2018), ao avaliarem níveis elevados de suplementação concentrada (1 e 2% do PV) para novilhas desmamadas precocemente mantidas em pastagem de bahiagrass verificaram que a inclusão de 20 mg de monensina/kg MS, em ambas os grupos de suplementação, durante 84 dias foi eficiente em melhorar o desempenho produtivo (0,84 vs. 1,03 kg/dia).

No entanto, o potencial efeito da monensina em bovinos mantidos em pastagem de baixa qualidade e recebendo pequena quantidade de suplemento pode não ser evidenciado. De acordo com ROWE et al. (1991), existe menor probabilidade de encontrar resposta positiva do uso de ionóforos em animais mantidos em pastagem de baixa qualidade, devido à baixa disponibilidade de substratos, principalmente carboidratos solúveis para fermentação. Vendramini et al. (2015) avaliaram o efeito da suplementação de monensina (200 mg/dia) em novilhas recebendo 0,4 kg/dia de casca de soja combinado com duas taxas de lotação (1,2 e 1,7 UA/ha) e não observaram efeito da inclusão de monensina e interação monensina x taxa de lotação sobre o desempenho das novilhas. Os autores comentam que o fato de não ter tido efeito de interação taxa de lotação x monensina sobre o GMD, pode inferir que a quantidade de forragem não teria influência no efeito da monensina sobre o desempenho de novilhas pastejando pasto de baixa qualidade com quantidade limitada de concentrado (0,4 kg/dia). As concentrações de PB e NDT da pastagem de bahiagrass neste estudo oscilaram entre 68 a 116 g/kg e 430 a 560 g/kg, respectivamente, durante o período de avaliação de 86 dias. Da mesma forma, Moriel et al. (2019) não verificaram efeito da inclusão de monensina sobre o GMD de novilhas recebendo 1,7 kg de melaço e 0,5 kg de farelo de algodão por dia. Neste estudo as concentrações de PB e NDT do bahiagrass oscilaram de 70 a 83 g/kg e

348 a 433 g/kg, respectivamente. Os autores comentam que o baixo valor nutritivo da forragem aliado a quantidade e composição do suplemento podem ter contribuído para que a monensina não promovesse melhoria no desempenho devido a possibilidade de o melaço não ter fornecido perfil de substrato necessário para aumentar a produção de propionato no rúmen induzida pela presença da monensina. Em estudos com vacas também recebendo pequena quantidade de suplemento (0,794 kg/vaca/dia) e consumindo forragem de baixa qualidade (50 g/kg de PB e 550 g/kg de NDT) durante o terço final de gestação, Linneen et al., (2015) não verificaram efeito da inclusão de monensina (200 mg/cabeça/dia) sobre o PV (601 vs. 595 kg) e ECC (4,9 vs. 4,8). Carvalho et al. (2017) também não observaram diferença no ganho de peso de novilhas suplementadas com 1,0 kg de concentrado/dia (230 g/kg de PB) mantidas em pastagem tropical (80 g/kg de PB) recebendo ou não 400 mg de monensina por dia.

A inclusão de monensina na dieta de bovinos em pastejo pode limitar o consumo diário de suplemento, devido alterar a taxa de passagem do alimento e melhorar a digestibilidade da dieta (WEDEGAERTNER; JOHNSON, 1983). Moriel et al. (2019) verificaram que a adição de 200 mg/dia de monensina em suplemento líquido (12 kg melaço de cana de açúcar/novilha/semana; oferecido 2x por semana) diminui a taxa de desaparecimento do suplemento sem interferir no ganho de PV comparado ao tratamento sem monensina. Muller et al. (1986) verificaram que a monensina reduziu o consumo do suplemento de bovinos em pastejo em 18,2%. Nesse estudo o consumo foi controlado por diferentes níveis de sal no suplemento. Os autores verificaram que no tratamento que continha monensina, o número de ajustes requeridos ao longo do estudo para limitar o consumo foram aproximadamente metade em relação ao controle (sem adição de monensina), sendo que o nível requerido de sal para limitar o consumo diminuiu de 25 a 50% após inclusão de 200 mg/dia de monensina.

A monensina também pode promover diminuição do consumo de forragem quando administradas em doses mais elevadas (DUFFIELD et al. 2012). Carvalho et al. (2017) verificaram diminuição no consumo de forragem de novilhos pastejando pasto tropical recebendo 400 mg de monensina por dia. Fieser et al. (2007) em dois anos de estudos verificaram que a inclusão de 200 mg de monensina por dia promoveu a diminuição no consumo diário de uma mistura mineral em 63% no primeiro ano e 55% no segundo ano. Nesse estudo, a média do consumo diário de monensina por

novilho foi de 129 e 147 mg/dia nos anos 1 e 2, respectivamente. Por outro lado, Vendramini et al. (2018) não verificaram diferença no consumo de matéria seca total e consumo de forragem de bezerros desmamados precocemente mantidos em pastagem tropical e recebendo 20 mg de monensina/kg de consumo total de matéria seca (2,5% de PV). Da mesma forma, Moriel et al. (2019) também não verificaram alteração no consumo total de matéria e consumo de forragem quando monensina foi adicionada (200 mg de monensina/dia) em suplemento líquido de novilhas mantidas em pastagem tropical.

Embora a monensina tem sido largamente utilizada no controle de coccidiose para bezerros leiteiros (CHAPMAN et al., 2017), são encontrados poucos trabalhos na literatura avaliando o efeito da monensina sobre infestação de coccidiose em bezerros mantidos em sistema de pastejo. Estudos recentes com bezerros de corte desmamados precocemente mantidos em pastagem verificaram que a utilização de monensina (20 mg/kg de consumo estimado em 2,5% do PV) foi eficiente no controle de coccidiose em bezerros recebendo 1 ou 2% do PV de concentrando mantidos em pastagem tropical (VENDRAMINI et al., 2018). Nesse estudo os bezerros que receberam concentrado com monensina apresentaram menor nível de ovos coccídeos nas fezes em comparação aos que não receberam monensina. Stromberg et al. (1986) demonstraram que a monensina também foi efetiva no controle de coccidiose, diminuindo a ocorrência de coccídeos nas fezes em bezerros leiteiros.

2.1.4 Efeito da monensina sobre o controle de coccidiose em bezerros de corte

A coccidiose é uma doença causada por protozoário do gênero *Eimeria* spp, que ocorre principalmente nos primeiros meses de vida do animal e pode promover danos irreparáveis no desempenho de bezerros (DAUGSCHIES; NAJDROWSKI, 2005; KEETON; NAVARRE, 2018). Em particular duas espécies de *Eimeria* (*Eimeria bovis* e *Eimeria zuernini*) são patogênicas para bezerros (CHIBUNDA et al., 1997). Bezerros com 3 meses de idade são mais susceptíveis a coccidiose clínica (TAYLOR; CATCHPOLE, 1994) comparado a bezerros com idade mais avançada. Uma vez infectados, os bezerros podem ser acometidos com severas diarreias e perda de peso, resultando em perdas econômicas em alguns casos irreparáveis (KEETON; NAVARRE, 2018). O ciclo de vida desse parasita é dividido em duas fases: uma fase

exógena (vive livre no meio) e outra fase endógena (fase do parasita dentro do hospedeiro). O ciclo leva em torno de 2 a 4 semanas para se completar, a depender das condições favoráveis do meio (KEETON; NAVARRE, 2018).

Embora o uso da monensina tenha sido primariamente para ajudar no controle da coccidiose em frangos, pesquisas tem reportado atividade anticoccidea da monensina também para bovinos. Fitzgerald e Mansfield (1973), ao avaliar três diferentes doses de monensina para bezerros leiteiros (0,25 g/kg, 1,0 mg/kg ou 2,0 mg/kg de PV) inoculados com ocistos esporulados de *Eimeria bovis*, reportaram menor infestação de ovos coccídeos nas fezes para bezerros tratados com monensina quando comparados aos bezerros que não foram tratados. Os bezerros do tratamento com monensina desenvolveram baixa infestação de coccidiose e não apresentaram sinal clínico da doença. Da mesma forma, McDougald (1978) reportou que bezerros tratados com monensina não apresentaram sinais clínicos de coccidiose quando inoculou *Eimeria bovis* em bezerros leiteiros. Os bezerros não tratados com monensina apresentaram diarreia e grande quantidade de ocistos nas fezes 19 a 28 dias após a inoculação. Stromberg et al. (1986) demonstraram que a monensina foi efetiva no controle de coccidiose, diminuindo a ocorrência de coccídeos nas fezes em bezerros leiteiros.

Estudo recentes com bezerros de corte desmamados precocemente mantidos em pastagem também verificaram que a utilização da monensina (20 mg/kg de consumo estimado em 2,5% do PV) foi eficiente no controle de coccidiose com oferta de 1 ou 2% do PV de concentrando mantidos em pastagem tropical (VENDRAMINI et al., 2018). Nesse estudo os bezerros que receberam monensina no concentrado apresentaram menor (0,70 vs. 0,14 log₁₀ ovos/g de fezes) nível de ovos coccídeos nas fezes em comparação aos que não receberam monensina na dieta.

2.2 DESMAMA PRECOCE

O manejo adotado nas primeiras semanas de vida do bezerro pode ter consequências ao longo de toda a vida do animal (BACH, 2012). O desmame precoce é uma prática de manejo utilizada tanto em bovinos de corte quanto leiteiros que possibilita aumentar o desempenho produtivo e reprodutivo em rebanhos (ARTHINGTON; KALMBACHER, 2003; VENDRAMINI et al., 2008). No entanto, trata-

se ainda de uma estratégia de difícil aplicação e que dependendo do manejo adotado, pode não resultar em retorno econômico satisfatório.

Ruminantes jovens dependem do desenvolvimento funcional do rúmen para obter energia e atender sua demanda nutricional, pois ao nascimento o rúmen de animais jovens ainda não apresenta enzimas digestivas ativas, sendo então o bezerro dependente exclusivamente do leite para atender suas demandas energéticas (KHAN et al., 2016). O desenvolvimento do rúmen é estimulado a partir da ingestão de alimentos sólidos, que desencadeia a produção de ácidos graxos voláteis (KERTZ et al., 2017). O aumento da ingestão de alimentos sólidos por bezerros varia de acordo com a estratégia do manejo alimentar adotada (GERRTS, 2019). A fase de transição do rúmen de não funcional para funcional requer seu desenvolvimento físico, metabólico e ainda ajustes fisiológicos a níveis intestinais, hepáticos e tecidual (KHAN et al., 2016). De acordo com Knott et al. (2005), bezerros com idade de 60 dias já podem apresentar rúmen funcional e bem desenvolvido, sendo possível a realização do desmame precoce a partir desta data, uma vez que os bezerros já ingerem alimentos sólidos e não necessitam exclusivamente do leite para atender sua demanda energética.

Estudos têm reportado que o desmame precoce pode trazer benefícios para os índices de reprodução, principalmente por melhorar a taxa de fertilidade de primíparas (ARTHINGTON; KALMBACHER, 2003). Com a desmama precoce pode ocorrer redução da exigência nutricional associada a interrupção da fase de lactação (WYATT et al., 1976). A retirada dos bezerros mais cedo faz com que os requerimentos de energia que seriam direcionados para produção de leite possam ser utilizados para recuperação do escore de condição corporal (ECC). A rápida recuperação do ECC é ferramenta importante para manter intervalo entre partos de no mínimo 365 dias. Trabalhos têm demonstrado que vacas com baixo ECC (≤ 4 ; escala de 1 a 9) podem apresentar redução de mais de 30% na taxa de prenhez (RAE et al., 1993).

Arthington e Kalmbacher (2003), em dois anos de estudo, avaliaram o efeito do desmame precoce em novilhas de 3 anos e observaram aumento do ECC (6,34 vs. 4,75 pontos para desmame precoce e desmame tradicional, respectivamente) para as novilhas do tratamento desmame precoce em relação às novilhas do desmame tradicional. Em ambos os anos de estudo, a taxa de prenhez (89,5 vs. 50,0% e 96,1 vs. 79,0% nos anos 1 e 2, respectivamente), intervalo entre partos (384

vs. 404 dias, desmame precoce e normal, respectivamente), obtiveram melhor resposta para as novilhas do desmame precoce. Da mesma forma, Arthington e Minton (2004) verificaram menor intervalo entre partos para vacas jovens com desmame precoce em relação a vacas de desmame normal. Os autores comentam uma diferença no número de ciclos entre as vacas com desmame normal e precoce de 33 vs. 83%, respectivamente.

No Sul dos Estados Unidos, o inverno é menos rigoroso em relação a outras regiões do país, o que tem possibilitado a criação de bezerros desmamados precocemente em pastagens de inverno e verão. Resultados de pesquisa realizada por Vendramini et al. (2008 e 2018) nessa região mostraram desempenho satisfatório para bezerros desmamados precocemente criados em pastagens de inverno e verão associada ao uso de suplementação. Estratégias de manejo como a utilização de níveis de suplementação para bezerros desmamados precocemente em pastagens de verão e inverno foram estudadas por alguns autores. Vendramini et al. (2007), avaliaram três níveis de oferta de concentrado (1; 1,5, e 2% do PV) para bezerros desmamados precocemente mantidos em pastagem de Tifton 85 em dois anos de estudo, e verificaram que houve aumento de 25% no GMD quando a quantidade de suplemento dobrou (de 1 para 2% do PV). Os autores comentam que o nível que obteve melhor relação custo/benefício foi o nível de suplementação 1,5% do PV com GMD de 0,65 kg. Vendramini et al. (2006), avaliaram os mesmos níveis de concentrado para bezerros desmamados precocemente em pastagem de azevém e observaram GMD de 0,74, 0,81 e 0,89 kg/dia para os níveis 1,0; 1,5, e 2% do PV, respectivamente. Esse autores também observaram que a oferta de concentrado de 1% do PV em pastagem de alta qualidade é a que apresenta melhor relação custo/benefício.

De acordo com trabalhos reportados na literatura, bezerros desmamados precocemente podem apresentar melhor ganho médio diário e eficiência alimentar no confinamento do que bezerros de desmama tradicional. Arthington et al. (2005) verificaram que bezerros de desmama precoce (89 dias de idade) nos primeiros 28 dias de confinamento, apresentaram melhor eficiência de ganho (0,15 vs. 0,08 kg GMD/kg MS) em relação a bezerros de desmama tradicional. Os autores comentam que os animais desmamados precocemente apresentaram menor estresse na fase aguda o que contribuiu para o melhor desempenho observado no confinamento. Carrol et al. (2009) verificaram alteração no sistema imune inato de bezerros que

foram desmamados precocemente (80 dias de idade) em comparação a bezerros com desmame normal (250 dias de idade) e sugeriram que essa alteração pode ser um dos fatores responsáveis pelo melhor desempenho observado em bezerros de desmama precoce na fase de confinamento. Myers et al. (1999) também relataram melhor desempenho no confinamento para bezerros de desmama precoce vs. desmame normal.

O desmame precoce pode aumentar a eficiência de crescimento e ganho de peso em bezerros de corte. Arthington e Minton (2004) avaliaram o efeito do desmame precoce em bezerros com 93 dias de idade sobre o consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT) e verificaram que o consumo total de NDT foi maior em 59% para vacas e seus respectivos bezerros no desmame normal comparados ao consumo de vacas do desmame precoce (8,0 vs. 5,0 kg de NDT/dia). Os autores comentam que o desmame precoce foi eficiente em reduzir a quantidade de energia requerida para atender a exigência combinada da lactação e desempenho contínuo no pós-parto. Moriel et al. (2014) observaram que bezerros desmamados precocemente com aproximadamente 95 dias de idade e mantidos em confinamento por pelo menos 90 dias, foram mais pesados em comparação ao desmame tradicional (250 dias). O autor ainda comenta que a dieta com alto concentrado imediatamente após o desmame pode melhorar a expressão de genes relacionados ao crescimento muscular e adipogênicos e contribuir com aumento do desempenho de bezerros desmamados precocemente na fase de confinamento.

2.3 CREEP-FEEDING

Creep-feeding é uma estratégia de manejo nutricional utilizada na produção de bovinos de corte e leite com objetivo de fornecer nutrientes adicionais que não podem ser obtidos exclusivamente via forragem ou leite (MORIEL; ARTHINGTON, 2013). A oferta extra de nutrientes via *creep-feeding*, principalmente energia e proteína, ajudam a atender aos requerimentos nutricionais dos bezerros que aumentam à medida que este cresce (TARR et al., 1994).

Segundo Lardy et al. (2007), são descritos três diferentes modelos de *creep-feeding*: 1) *ad libitum*; usualmente é fornecido uma dieta com elevado teor energético, 2) *limit-fed*; o qual é fornecido quantidade limitada de concentrado utilizando

geralmente uma dieta proteica, e 3) *creep-grazing*, nesse modelo se utiliza uma área restrita de forragem de alto valor nutritivo com objetivo de ajudar suprir aos requerimentos nutricionais, principalmente proteico, da dieta.

A estratégia de *creep-feeding ad libitum* é amplamente utilizada para suplementar a dieta de animais em pastos com baixa oferta e qualidade de forragem (LARDY et al., 2007). Apesar de ser positivamente correlacionada com aumento do desempenho do bezerro, a relação concentrado:ganho pode não ser eficiente. Stricker et al. (1979) reportaram relação variando de 5 a 15 kg de concentrado por kg adicional de ganho de peso. Vendramini et al. (2012) observaram que bezerros recebendo 1% do PV (140 g/kg de PB e 760 g/kg de NDT) obtiveram relação concentrado:ganho de peso de 9:1. O aumento dessa relação pode promover redução na eficiência de ganho e diminuir o retorno econômico (FAULKNER et al., 1994). Além disso, nível elevado de concentrado para bezerros em sistema *creep-feeding* pode promover redução no tempo de pastejo (VIÑALES et al., 2013), consumo de forragem (CARVALHO et al., 2019) e na digestibilidade da fibra (LOPES et al., 2017).

Limitar a quantidade de concentrado pode ser uma eficiente ferramenta de manejo para melhorar a relação ganho:concentrado e ainda diminuir custos com alimentação. Aguiar et al. (2015) avaliaram três ofertas de concentrado (0, 200 ou 400 g/dia de farelo de soja) em sistema *creep-feeding* para bezerros de corte em dois anos de estudo. No primeiro ano, não foi verificado efeito do nível de suplementação sobre o desempenho dos bezerros. No segundo ano de estudo, os bezerros suplementados com a quantidade 400 g/dia tiveram uma relação ganho: concentrado de 0,75 kg de PV por kg de concentrado, com um ganho adicional de 0,21 kg em comparação aos bezerros não suplementados. Neste estudo, as análises econômicas demonstraram que a suplementação de 400 g/dia de farelo de soja promoveu maior eficiência de ganho com maior retorno econômico entre os níveis de suplementação testados. Moriel et al. (2013), em estudo avaliando fornecimento *ad libitum* de suplementação a base de melaço com fonte proteica (210 g/kg PB e 750 g/kg de NDT) aproximadamente 100 dias antes do desmame, reportaram que os bezerros que consumiram menor quantidade de suplemento apresentaram maior eficiência de ganho comparado aos que consumiram uma maior quantidade do suplemento.

Efeito da suplementação em sistema *creep-feeding* para bezerros de corte sobre o desempenho produtivo e reprodutivo da mãe são inconsistentes na literatura. Stricker et al. (1979) sugerem que devido a uma possível diminuição dos

requerimentos nutricionais associados a lactação, o *creep-feeding* pode ter efeito positivo sobre o desempenho da vaca. Em contraste, estudos recentes não têm verificado diferença no desempenho de vacas que tiveram seus bezerros suplementados em sistema *creep-feeding* (AGUIAR et al., 2015; MORIEL et al., 2017; VIÑOLES et al., 2013). Vendramini et al. (2012) não observaram diferença no GMD de vacas que tiveram seus bezerros recebendo oferta de 1% do PV de concentrado (140 g/kg de PB e 760 g/kg de NDT) via *creep-feeding* vs. controle (sem oferta de concentrado). Da mesma forma, Lancaster et al. (2007) não reportaram efeito sobre o desempenho de vacas que tiveram seus bezerros suplementados por 68 dias antes do desmame com 2,0 kg/dia de suplemento a base de grão seco de destilaria. Adicionalmente, Reis et al. (2015) com objetivo de comparar respostas reprodutivas entre novilhas nulíparas suplementadas ou não com dieta a base de milho (800 g/kg de NDT e 175 g/kg de PB) durante 51 dias, não verificaram efeito do fornecimento de concentrado sobre a taxa de puberdade de novilhas em comparação a novilhas que não tiveram acesso ao concentrado (58,9 vs. 65,0%). Da mesma forma, Nepomuceno et al. (2017) verificaram que suplementação via *creep-feeding* não antecipou idade de puberdade e nem teve efeito sobre a taxa de prenhez de novilhas Nelore mantidas em pastagem tropical. Em contraste, Guggeri et al. (2014), comparando grupos de bezerras que foram desmamadas precoce vs. desmama tradicional, recebendo ou não suplementação rica em energia e proteína via *creep-feeding*, observaram que a idade a puberdade foi menor quando as novilhas receberam *creep-feeding*, independente da estratégia de desmame (precoce ou tradicional). Os autores justificaram o menor tempo devido ao fato de que as novilhas que receberam *creep-feeding* apresentam maior GMD e foram mais pesadas ao desmame.

2.4 BAHIAGRASS

Bahiagrass (*Paspalum notatum* Flüggé) é uma forragem nativa da América do Sul (Burton, 1967) que se tornou bastante comum em regiões úmidas como no estado da Flórida, onde ocupa uma área de aproximadamente 1 milhão de ha (NEWMAN et al., 2018). É uma planta que tolera lotação contínua, com boa resistência ao superpastejo, e persistente às condições edafoclimáticas e de manejo de pastagem normalmente observadas no estado da Flórida. O bahiagrass apresenta boa

adaptação a solos arenosos, tolera solos de baixa fertilidade e pH, sobrevive a solos secos e úmidos (GATES; QUARIN; PEDREIRA, 2004).

Bahiagrass é uma forragem persistente que possui grande parte da biomassa concentrada dentro de uma extensa rede de rizomas na superfície do solo, fornecendo substancial estoque de nutrientes orgânicos e inorgânico. Essa característica faz com que o bahiagrass seja extremamente competitivo, contribuindo para sua persistência sob pastejo (GATES; QUARIN; PEDREIRA, 2004). Vendramini et al. (2013), com objetivo de avaliar a persistência de diferentes cultivares de bahiagrass (Pensacola, Argentine, Tifton 9 e UF Riata) sob diferentes frequências de pastejo (2 e 4 semanas), verificaram que as cultivares testadas apresentaram boa cobertura vegetal que variou entre 76 a 94%, embora o cultivar Argentine tenha apresentado maior produtividade sob maiores frequências de pastejo. Os autores comentam que a quantidade de cobertura vegetal presente mostrou que os diferentes cultivares conseguiram persistir mesmo em situação em que a desfolha foi mais frequente.

Características como persistência a solos de baixa fertilidade, secos e alagados, e tolerar lotação contínua faz com que o bahiagrass seja uma fonte de nutrientes de baixo custo para a produção de bovinos. No estado da Flórida, bahiagrass é a principal forrageira utilizada em sistema extensivo de produção de bovinos de corte (GATES; QUARIN; PEDREIRA, 2004). Em pastagem de bahiagrass sob lotação contínua (4, 8 e 12 novilhas/ha), Inyang et al. (2010) reportaram GMD em novilhas mestiças variando de 0,22 a 0,49 kg/dia. Stewart et al. (2007), avaliando diferentes intensidades de manejo (baixa: 40 kg de N/ha e 1,2 UA; moderada: 120 kg de N/ha e 2,4 UA e alta: 360 kg de N/ha e 3,6 UA/ha) em pastagem de bahiagrass sob lotação contínua verificaram GMD para novilhas de corte de 0,34, 0,35 e 0,28 kg/dia, respectivamente. Vendramini et al. (2011) verificaram GMD de 0,21 kg/dia para vacas e 0,70 kg/dia para seus respectivos bezerros mantidos em pasto de bahiagrass com lotação fixa e pastejo contínuo. Devido à concentração de energia do bahiagrass (expressa em digestibilidade) diminuir significativamente ao longo do ano, independente da fertilidade ou manejo de desfolha, animais com elevados requerimentos nutricionais (vacas de leiteiros em lactação e animais em crescimento) não conseguem extrair os nutrientes exigidos exclusivamente do pasto (GATES; QUARIN; PEDREIRA, 2004).

Aproximadamente 85% da biomassa de crescimento do bahiagrass ocorre durante os 6 meses do ano, de Abril a Setembro, quando as temperaturas são mais elevadas e o comprimento do dia maiores (MISLEVY, 1985). Dependendo de condições do meio e fertilidade, a produção anual média pode ser de aproximadamente 1360 a 4540 kg/ha (NEWMAN et al., 2018). Porém, quando utilizado alto nível de fertilização, pode se observar valores superiores. Silveira et al. (2013), em dois anos de estudo avaliando 3 níveis de fertilização nitrogenada (0, 60 ou 120 kg/ha/ano), observaram aumento linear do acúmulo de massa de forragem (6977, 8730 e 10483 kg/ha) e concentração de PB (85, 87 e 96 g/kg). Inyang et al. (2010), trabalhando com novilhas em pastejo contínuo em pastagem de bahiagrass com lotação de 4 novilha/ha, verificaram massa e taxa de acúmulo de forragem de 5900 kg/ha e 106 kg/ha/dia, respectivamente. Neste estudo, o teor de PB e DIVMO foi de 124 e 590 g/kg, respectivamente. Stewart et al. (2007) verificaram teores de PB de 99, 113 e 140 g/kg e DIVMO de 459, 473 e 505 g/kg ao avaliar doses crescentes de fertilização nitrogenada (40, 120 e 360 kg de N/ha) combinado com diferentes taxas de lotação 1,2, 2,4 e 3,6 UA/ha, respectivamente) em pastagem de bahiagrass sob pastejo contínuo.

2.5 LIMPOGRASS

Limpograss (*Hemarthria altíssima* (Poir.) Stapf & C.E.Hubb) é uma forragem perene originária do África do Sul que foi introduzido na Flórida na década de 60. O nome limpograss foi sugerido devido ao fato de que muitas das plantas introduzidas foram coletadas no vale do Rio Limpopo, entre a África do Sul e Zimbábue (WILMS et al., 1970). Limpograss apresenta bom potencial para produção em regiões subtropicais de inverno menos rigoroso, e é uma das primeiras forragens C4 que inicia seu crescimento após o inverno (QUESENBERRY; SOLLENBERGER; NEWMAN, 2004).

O uso do limpograss tem crescido nas últimas décadas, principalmente por ser bem adaptado a solos de baixa drenagem e alagados, apresentar menor sensibilidade ao fotoperíodo, e reduzir a digestibilidade mais lentamente com a maturidade em relação a outras gramíneas de verão (QUESENBERRY; SOLLENBERGER; NEWMAN, 2004; VENDRAMINI et al., 2010). Na Flórida, a área plantada de

limpograss aumentou de uma estimativa de 6.000 ha no início dos anos 80 para mais de 100.000 ha (QUESENBERRY; SOLLENBERGER; NEWMAN, 2004). Floralta é a cultivar mais utilizada no estado por apresentar características como boa persistência sobre condições de pastejo, elevada produção, período de pastejo longo, digestibilidade razoável e ser tolerante ao frio (VENDRAMINI et al., 2014). Em 2014, dois novos cultivares, 'Gibtuck' e 'Kenhy', foram liberados pela Universidade da Flórida, e apresentam melhor persistência sob pastejo e maior produtividade que o cultivar Floralta (VENDRAMINI et al., 2014).

Especificamente na região Sul da Flórida, foi verificado que o limpograss é mais produtivo durante o inverno do que outras gramíneas C4 como o bermudrass, bahiagrass, e digitgrass (*Digitaria eriantha* Steud) (QUESENBERRY et al., 1984; KALMBACHER et al., 1978). Wallau et al. (2016) comparando a produtividade, persistência e qualidade de diferentes híbridos de limpograss (1, 4F, 10, 32, 34 e Floralta) verificaram que para alcançar melhor eficiência e persistência em sistema de lotação rotativa, as alturas pré- e pós-pastejo devem ser de aproximadamente de 60 e 30 cm, respectivamente.

Diferente de outras gramíneas C4, o limpograss apresenta menor queda do teor de digestibilidade com aumento da maturidade (VENDRAMINI et al., 2018b), porém, a concentração de PB do limpograss é menor em relação a outras gramíneas tropicais (VENDRAMINI et al., 2008). De acordo com Wallau et al. (2015), a magnitude da fertilização nitrogenada sobre o aumento da concentração de PB no limpograss em pastagens diferidas é pequena. Os autores verificaram concentração média de 34 e 39 g/kg de PB quando a quantidade de adubação nitrogenada aumentou de 50 para 100 kg/ha. Lima et al. (1999), avaliando doses de adubação nitrogenada de 50 e 150 kg/ha, verificaram aumento do percentual de folha (24 vs. 28%), bem como maior concentração de PB e DIVMO na folha (97 e 495 vs. 115 e 521 g/kg, respectivamente) e colmo (38 e 489 vs. 51 e 533 g/kg) com o aumento da fertilização nitrogenada. Por outro lado, Silveira et al. (2017), avaliando duas frequências de corte do limpograss (6 e 12 semanas) durante 3 anos de estudo verificaram maior concentração de PB para o intervalo de crescimento de 6 semanas (79 g/kg) comparado ao intervalo de 12 semanas (46 g/kg). Nesse estudo, todas as parcelas nos diferentes anos receberam a mesma concentração de adubação nitrogenada. Corroborando com o estudo de Silveira et al. (2017), Newman et al. (2002), avaliou três diferentes alturas de dossel em pastagens de limpograss (20, 40

e 60 cm) manejadas sob lotação contínua e verificaram que na altura de 20 cm o limpograss apresentou melhor teor de PB na camada superior do dossel (121 g/kg) em relação as outras estratégias de manejo, que apresentaram concentração de PB similar (82 g/kg). Os autores comentam que os pastos pastejados a altura de 20 cm apresentaram ainda maior proporção de proteína solúvel e menor proporção da fração não degradável da PB.

Estudos avaliando o desempenho animal têm sido conduzidos em pastagem de limpograss. Newman et al. (2009), avaliando três diferentes alturas de manejo (20, 40 e 60 cm) e utilizando novilhas com aproximadamente 340 kg de PV, verificaram que o GMD aumentou (0,45 vs. 0,64 kg/dia) quando a altura passou de 20 para 40 cm, porém, os autores observaram menor GMD quando a altura foi 60 cm (0,33 kg/dia). Sollenberger et al. (1988) avaliaram o desempenho de bovinos em pastagens de limpograss e/ou bahiagrass sob lotação variável com altura de 15 e 30 cm para bahiagrass e limpograss, respectivamente. Os autores não verificaram diferença no GMD entre as diferentes forrageiras avaliadas, sendo a média de ganho de peso de 0,35 kg/dia. Moriel et al. (2017), trabalhando com bezerros de corte pastejando limpograss e recebendo suplementação via *creep-feeding* verificaram GMD de até 0,71 kg/dia.

2.6 AZEVÉM ANUAL

O azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma gramínea C3 anual de inverno de fácil estabelecimento (TYLER, 1995), com alto valor nutritivo e crescimento rápido (KALLENBACH et al., 2003). O cultivo do azevém tem se destacado como uma excelente fonte de forragem para bovinos durante o período de inverno por tolerar lotação contínua com excelentes resultados para ganho de peso animal. Possui boa adaptação em solos úmidos argilosos por apresentar raízes acidentadas (adventícias) ou próximas à superfície do solo (TYLER, 1995).

O azevém possui boa resposta a fertilização nitrogenada (NEWMAN et al., 2018), com potencial de produção de 6.000 a 13.000 kg/ha de matéria seca (REDFEARN et al., 2005) e taxa de acúmulo de forragem de 64 kg/ha/dia quando fertilizado (VENDRAMINI et al., 2008). Kallenbach et al. (2003) relataram acúmulo do azevém anual de 825 a 2356 kg MS/ha recebendo adubação nitrogenada moderada

(84 kg N/ha) um dia antes do plantio. No Sul da Flórida, Vendramini e Arthington (2010) observaram maior acúmulo do azevém anual no mês de Março, com subsequente redução nos meses de Abril, quando se inicia o estágio de reprodução (VENDRAMINI; ARTHINGTON, 2008). Em outro estudo, Vendramini et al. (2006), utilizando bezerros de desmama precoce (animais leves) em pasto de azevém anual em solo mal drenado, verificaram que a taxa de acúmulo de forragem variou ao longo do estudo, sendo que a menor foi observada em Janeiro (14 kg/ha/dia) e maior em Abril (72 kg/ha/dia). Os autores comentam que essa variação do acúmulo de forragem se deu em função da diferença na distribuição e quantidade de chuvas durante o período do estudo. Nesse estudo, o azevém foi plantado no final de outubro e todos os pastos receberam uma fertilização inicial de 40 kg de N/ha e, posteriormente, mais 120 kg de N/ha, divididos em três aplicações. Solomon et al. (2018) verificaram diminuição linear da massa de forragem do azevém anual pastejado sob diferentes taxas de lotação nos meses de Abril, Junho e Maio com médias de 4,6, 4,3 e 3,7 toneladas/há, respectivamente.

Prolongar o período de pastejo e complementar o uso das pastagens, diminuindo custo com uso de suplementação, e aumentar o ganho de peso por ha são uma das funções de utilização do azevém anual na produção de bovinos em pastejo. Mckee et al. (2016), avaliando quatro forrageiras anuais de inverno durante dois anos de estudo, verificaram que o azevém anual proporcionou período de pastejo de 68 e 84 dias nos anos 1 e 2 do estudo. Rouquette (2017) verificou um adicional no período de pastejo de 60 a 120 dia utilizando pastagem de azevém anual.

Estudos avaliando o valor nutritivo do azevém anual têm reportado concentração de PB superior a 200 g/kg e baixo teor de fibras, com concentração de FDA <220 g/kg e FDN <400 g/kg (EVERS et al., 1997). Durante o crescimento vegetativo, Vendramini e Arthington (2008) reportaram valor de PB e DIVMO de 150 g/kg e 750 g/kg, respectivamente, entre os meses de Janeiro a Maio no Sul da Flórida. Em outro estudo, foram reportadas concentrações máximas de FDA e FDN de 25,2% e 455 g/kg, respectivamente (KALLENBACH et al., 2003). Vendramini e Arthington (2010) verificaram concentração média de PB e DIVMO ao longo de dois anos de estudo de 215 e 840 g/kg, respectivamente. Nesse estudo, o azevém recebeu uma adubação de 112 kg N/ha dividida em três aplicações (Dezembro, Fevereiro e Março).

O azevém anual pode substituir a suplementação proteica via concentrado conforme observado por Vendramini e Arthington (2010). Estes autores, utilizando

azevém anual como banco de proteína com objetivo de diminuir custo com suplementação não verificaram diferença no ganho médio diário entre animais pastejando azevém ou suplementados com farelo de algodão (0,67 vs. 0,64 kg/dia). Os tratamentos utilizados nesse estudo foram três quantidades de farelo de algodão por cabeça (0, 1,1 e 2,2 kg/cabeça/dia) ou animais pastejando azevém três vezes por semana. Em outro estudo Vendramini et al. (2006) trabalhando com animais jovens pastejando azevém anual reportaram ganho médio diário de 0,75 kg/dia recebendo quantidade de concentrado de pelo menos 10 g/kg de PV com 700 g/kg de NDT. Solomon et al. (2017), testando dois cultivares de azevém anual (Maximus e Marchall) e avaliando o desempenho de novilhas sob três diferentes lotações (baixa: 3,5, média: 5,0 e alta: 7,5 animais por ha), reportaram GMD variando de 0,98 a 1,22 kg/dia.

REFERÊNCIAS

- ABIEC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE. **Beef Report, Perfil da pecuária brasileira**, p.4-15, 2019.
Disponível em:
<http://www.brazilianbeef.org.br/download/sumarioingles2019.pdf>. Acessado em: 20/12/2019.
- AGUIAR, A. D., VENDRAMINI, J. M. B., ARTHINGTON, J., SOLLENBERGER, L. E., CAPUTTI, G., SANCHEZ, J. M. D., CUNHA, O. F. R., SILVA, W. L. Limited *creep-feeding* supplementation effects on performance of beef cows and calves grazing limpgrass pastures. **Livestock Science**, v.180:129-133, 2015.
- ARTHINGTON, J. D., KALMBACHER, R.S. Effect of early weaning on the performance of three-year-old, first-calf beef heifers and calves reared in the subtropics. **Journal Animal Science**, v.81, p.1136-1141, 2003.
- ARTHINGTON, J. D., MINTON, J. E. The effect of early calf weaning on feed intake, growth, and postpartum interval in thin, Brahman-Crossbred primiparous cows. **Professional Animal Scientist**, v.20, 2004.
- ARTHINGTON, J. D., SPEARS, J. W., MILLER, D. C. The effect of early weaning on feedlot performance and measures of stress in beef calves. **Journal Animal Science**, v.83, p.933-939, 2005.
- BACH, A. **RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM: OPTIMIZING PERFORMANCE OF THE OFFSPRING**: Nourishing and managing the dam and postnatal calf for optimal lactation, reproduction, and immunity. **Journal Animal Science**, v.90, p.1835*1845, 2012.
- BERGEN, W. G., BATES, D. B. Ionophores: Their Effects on Production Efficiency and Mode of Action. **Journal of Animal Science**, v.58, p.1465-1483, 1984.
- BRETSCHNEIDER, G.; ELIZALDE, J. C.; PÉREZ, F. A. The effect of feeding antibiotic growth promoters on the performance of beef cattle consuming forage-based diets: A review. **Livestock Science**, v.114, p.135-149, 2008.
- BECK, P.; HESS, T.; HUBBELL, D.; HUFSTEDLER, G. D.; FIESER, B.; CALDWELL, J. Additive effect of growth promoting technologies on performance of grazing steers and economics of the wheat pastures enterprise. **Journal of Animal Science**, v.92, p.1219-1227, 2014.
- CARVALHO, V. V., PAULINO, M. F., DETMAN, E., VALADARES FILHO, S. C., LOPES, S. A., RENNÓ, L. N., SAMPAIO, C. B., SILVA, A. G. A meta-analysis of the effects of *creep-feeding* supplementation on performance and nutritional characteristics by beef calves grazing on tropical pastures. **Livestock Science**, v. 227, p.175-182, 2019.

- CARVALHO, V. V.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; CHIZZOTI, M. L.; MARTINS, L. S.; SILVA, A. G.; LOPES, S. A.; MOURA, F. H. Effects of supplements containing different additives on nutritional and productive performance of beef cattle grazing tropical grass. **Tropical Animal Health and Production**, v. 49, n. 5, p. 983–988, 2017.
- CARROLL, J. A., ARTHINGTON, J. D., CHASE Jr., C. C. Early weaning alters the acute-phase reaction to an endotoxin challenge in beef calves. **Journal Animal Science**, v.87, p.4167-4172, 2009.
- CHAPMAN, C. E.; CHESTER-JONES, H.; ZIEGLER, D.; CLAPPER, J. A.; ERICKSON, P. S. Effects of cinnamaldehyde or monensin on performance of weaned Holstein dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 3, p. 1712–1719, 2017.
- CHOW, J.M., J.A. VAN KESSEL; J.B. RUSSELL. Binding of radiolabeled monensin and lasalocid to ruminal microorganisms and feed. **Journal of Animal Science**, v.72, p.1630-1635, 1994.
- CHIBUNDA, R. T.; MUHAORWA, A. P.; KAMBARAGE, D. M., Mtambo, M. M. A.; KUSILUKA, M. L. J.; KAZWALA, R. R. Eimeriosis in dairy cattle farms in Morogoro municipality of Tanzania. **Prev. Vet. Med.** 31, 191–197, 1997.
- DAUGSCHIES, A.; NAJDROWSKI, M. Eimeriosis in cattle: Current understanding. **Journal of Veterinary Medicine Series B: Infectious Diseases and Veterinary Public Health**, v. 52, n. 10, p. 417–427, 2005.
- DUFFIELD, T. F.; RABIEE, A.; LEAN, I. J. Overview of Meta-Analysis of Monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake. **Journal of Animal Science**, v.90, p.4583-4592, 2012.
- DUFFIELD, T. F., BAGG, R. N. Use of ionophores in lactating dairy cattle: A review. **Canadian Vet. Journal**, v.41, p.388-394, 2000.
- EVERS, G.W., G.R.SMITH; C.S. HOVELAND. Ecology and production of annual ryegrass. p. 29–44. In F.M. Rouquette, Jr.; L.R. Nelson (ed.) Ecology, production, and management of Lolium for forage in the USA. CSSA Spec. Publ. 24. CSSA, Madison, WI, 1997.
- FAULKNER, D.B., HUMMEL, D.F., BUSKIRK, D.D., BERGER, L.L., PARRET, D.F., CMARIK, G.F. Performance and nutrient metabolism by nursing calves supplemented with limited or unlimited corn or soyhulls. **Journal of Animal Science**, v.72, p.470–477, 1994.
- FITZGERALD, P. R.; MANSFIELD, M. E. Efficacy of monensina against bovine coccidiosis in young Holstein-Friesian calves. **Journal of Protozoology**, v.20, p.121-126, 1973.

- FIESER, B. G.; HORN, G. W.; EDWARDS, J. T. Effects of energy, mineral supplementation, or both, in combination with monensin on performance of steers grazing winter wheat pasture. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. 12, p. 3470–3480, 2007.
- GATES, R. N., C. L. QUARIN, AND C. G. S. PEDREIRA. Bahiagrass. In: L. E. Moser, B. L. Burson, and L. E. Sollenberger, editors. Warm-season (C₄) grasses. **American Society of Agronomy**, 2004.
- GERRTS, W. J. J. Symposium review: Macronutrient metabolism in the growing calf. **Journal Dairy Science**, v.102, n.4, 2019.
- GOODRICH, R. D.; GARRETT, J. E.; GAST, D. R.; KIRICK, M. A.; LARSON, D. A.; MEISK, J. C. Influence of monensina on the performance of cattle. **Journal Animal Science**, v.58, p.1485-1498, 1984.
- GUGGERI, D.; MEIKLE, A.; CARRIQUIRY, M.; MONTOSI, F.; DE BARBIERI, I.; VIÑOLES, C. Effect of different management systems on growth, endocrine parameters and puberty in Hereford female calves grazing Campos grassland. **Livestock Science**, v. 167, n. 1, p. 455–462, 2014.
- INYANG, U.; VENDRAMINI, J. M. B.; SOLLENBERGER, L. E.; SELLERS, B.; ADESOGAN, A.; PAIVA, L.; LUNPHA, A. Forage species and stocking rate effects on animal performance and herbage responses of “Mulato” and bahiagrass pastures. **Crop Science**, v. 50, n. 3, p. 1079–1085, 2010.
- KALMBACHER, R. S., MISLEVY, P., MARTIN, F.G. Establishment of three legumes in bahiagrass using different herbicides and seeders. **Soil Crop Sci. Soc. Fla. Proc.**, v.37, p.24-29, 1978.
- KALLENBACH, R. L.; BISHOP-HURLEY, G. J.; MASSIE, M. D.; KERLEY, M. S.; ROBERTS, C. A. Stockpiled annual ryegrass for winter forage in the lower Midwestern USA. **Crop Science**, v. 43, n. 4, p. 1414–1419, 2003.
- KHAN, M. A., BACH, A., WEARY, D. M., VON KEYSERLINGK, M. A. G. Invited review: Transitioning from milk to solid feed in dairy heifers. **Journal Dairy Science**, v.99, n.2, 2016.
- KEETON, S. T. N., NAVARRE, C. B. Coccidiosis in large and small ruminants. **Vet Clin Food Anim.** v.34, p.201-208, 2018.
- KERTZ, A. F., HILL, T. M., QUIGLEY, J. D., HEINRICHS, A. J., LINN, J. G., DRACKLEY, J. K. A 100-year review: calf nutrition and management. **Journal Dairy Science**, v.100, p.10151-10172, 2017.
- KNOTT, K. K., BARBOZA, P. S., BOWYER, R. T., Postnatal development and organ maturation in *Rangifer tarandus* and *Ovibor moschatus*. **J. Mammal**, v.86, p.121-130, 2005.

- LARDY, G.P., MADDOCK, T.D. *Creep-feeding* nursing beef calves. **Vet. Clin. Food Anim. Prac**, v.23, p. 21–28, 2007.
- LANCASTER, P.A., CORNERS, J.B., THOMPSON, L.N., ELLERSIECK, M.R., WILLIAMS, J.E., RILEY, T. Effects of distillers dried grains with solubles as a protein source in a creep feed. 1. Suckling calf and dam performance. **The Prof. Animal Science**, v.23 (2), p.83–90, 2007.
- LIMA, G.F., SOLLENBERGER, L. E., KUNKLE, W.E, MOORE, J.E., HAMMOND, A.C. Nitrogen fertilization and supplementation effects on performance of beef heifers grazing limpograss. **Crop Sci**, v.39, p.1853–1858, 1999.
- LINNEEN, S. K.; McGee, A. L.; COLE, J. R.; JENNINGS, J. S.; STEIN, D. R.; HORN, G. W.; LALMAN, D. L. Supplementation of monensin and optomase to beef cows consuming low-quality forage during late gestation and early lactation. **Journal of Animal Science**, v. 93, p. 3076–3083, 2015.
- LOPES, S. A.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALENTE, É. E. L.; DE BARROS, L. V.; RENNÓ, L. N.; DE CAMPOS VALADARES FILHO, S.; MARTINS, L. S. Does supplementation of beef calves by *creep-feeding* systems influence milk production and body condition of the dams? **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, n. 6, p. 1241–1246, 2017.
- MCKEE, R. W.; TUCKER, J. J.; KIMBERLY MULLENIX, M.; PREVATT, C.; VAN SANTEN, E. Grazing evaluation of annual and perennial cool-season forage systems for stocker production in the lower transition zone. **Crop, Forage and Turfgrass Management**, v. 3, n. 1, p. 1–7, 2016.
- MCDUGALD, L. R. Monensin for the prevention of coccidiosis in calves. **American Journal of Veterinary Research**, v.39, p.1748-1749, 1978.
- MYERS, S. E., FAULKNER, D. B., IRELAND, F. A., PARRETT, D. F. Comparison of three weaning ages on cow-calf performance and steer carcass traits. **Journal Animal Science**, v.77, p.323-329, 1999.
- MISLEVY, P. 1985. Forages for grazing systems in warm climates. p. 73-102. In MCDOWELL, L.R (ed.) *Nutrition of grazing ruminants in warm climates*. Academic Press, Orlando, FL, 1985.
- MORIEL, P., J. M. B. VENDRAMINI, C. CARNELOS, M. B. PICCOLO, AND H. M. SILVA. Effects of monensin on growth performance of beef heifers consuming warm-season perennial grass and supplemented with sugarcane molasses. **Trop. Anim. Health**, v.51, p.339-344, 2019.
- MORIEL, P.; VENDRAMINI, J. M. B.; ARTHINGTON, J. D.; AGUIAR, A. D.; CAPUTTI, G. Effects of crude protein level and degradability of limited *creep-feeding* supplements on performance of beef cow-calf pairs grazing limpograss pastures. **Livestock Science**, v. 200, n. January, p. 1–5, 2017.

- MORIEL, P., JOHNSON, S. E., VENDRAMINI, J. M. B., MCCANN, M. A., GERRARD, D. E., MERCADANTE, V. R. G., HERSOM, M. J., ARTHINGTON, J. D. Effects of calf weaning age and subsequent management systems on growth performance and carcass characteristics of beef steers. **Journal Animal Science**, v.92, p.3598-3609, 2014.
- MORIEL, P., ARTHINGTON, J. D. Effects of molasses-based *creep-feeding* supplementation on growth performance of pre- and post-weaned beef calves. **Livestock Science**, v.151, p.171-178, 2013.
- MULLER, R. D.; POTTER, E. L.; WRAY, M. I.; RICHARDSON, L. F.; GRUETER, H. P. al. Administration of monensin in self-fed (salt limiting) dry supplements or on an alternate-day feeding schedule. **Journal of animal science**, v. 62, p. 593–600, 1986.
- NEPOMUCENO, D. D.; PIRES, A. V.; FERRAZ, M. V. C.; BIEHL, M. V.; GONÇALVES, J. R. S.; MOREIRA, E. M.; DAY, M. L. Effect of pre-partum dam supplementation, *creep-feeding* and post-weaning feedlot on age at puberty in Nellore heifers. **Livestock Science**, v. 195, p. 58–62, 2017.
- NEWMAN, Y. C.; SOLLENBERGER, L. E.; KUNKLE, W. E.; BATES, D. B. Crude protein fractionation and degradation parameters of limpograss herbage. **Agronomy Journal**, v. 94, p. 1381–1386, 2002.
- NEWMAN, Y. C.; VENDRAMINI, J. M. B.; BLOUNT, A. R. Bahiagrass (*Paspalum notatum*): Overview and Management. In: NEWMAN, Y. C. (Ed.). **Florida Forage Handbook**. Gainesville, FL: University of Florida Institute of Food and Agricultural Science, 2018.
- QUESENBERRY, K. H.; SOLLENBERGER, L. E.; NEWMAN, Y. C. Limpograss. In: L. E. Moser, B. L. Burson, and L. E. Sollenberger, editors. Warm-season (C4) grasses. American Society of Agronomy, **Crop Science Society of America**, Soil Science Society of America, Madison, WI. p. 809–832, 2004.
- RAE, D. O., KUNKLE, W. E., CHENOWETH, P. J., SAND, R. S., TRAN, T. Relationship of parity and body condition score to pregnancy rates in Florida beef cattle. **Theriogenology**, v.39, p.1143-1152, 1993.
- REIS, M. M.; COOKE, R. F.; CAPPELLOZZA, B. I.; MARQUES, R. S.; GUARNIERI FILHO, T. A.; RODRIGUES, M. C.; BRADLEY, J. S.; MUELLER, C. J.; KEISLER, D. H.; JOHNSON, S. E.; BOHNERT, D. W. *Creep-feeding* to stimulate metabolic imprinting in nursing beef heifers: Impacts on heifer growth, reproductive and physiological variables. **Animal**, v. 9, n. 9, p. 1500–1508, 2015.
- REDFEARN, D.D., B.C. VENUTO, W.D. PITMAN, D.C. BLOUIN, M.W. ALISON. Multilocation annual ryegrass performance over a twelve-year period. **Crop Sci.** 45:2388–2393, 2005

- RICHARDSON L. F.; RAUN, A. P.; POTTER, E. L.; COOLEY, C. O., Rathmacher, R. P. Effect of monensin on rumen fermentation in vitro and in vivo. **Journal of Animal Science**, v.43, p.657, 1976.
- ROWE, J. B.; MURRAY, P. J.; GODFREY, S. I. Manipulation of the fermentation and digestion to optimize the use of forage resources for ruminant production. In: Isotope and related techniques in animal production and health. **International Atomic Energy Agency**, Vienna, Austria. p. 83–99, 1991.
- ROUQUETTE, F. M. Invited Review: Management strategies for intensive, sustainable cow-calf production systems in the southeastern United States: Bermudagrass pastures overseeded with cool-season annual grasses and legumes. **Prof. Anim. Sci.** v.33, p.297–309, 2017.
- RUSSELL, J. S., STROBEL, H. J. Effect of ionophores on ruminal fermentation. **Appl. Environ. Microbiol.**, v.55, p. 1-6, 1989.
- RUSSEL, J. B. A Proposed Mechanism of Monensin Action in Inhibiting Ruminal Bacterial Growth: Effects on Ion Flux and Protonmotive Force. **Journal of Animal Science**, v.64, p.1519-1525, 1987.
- SILVEIRA, M. L.; VENDRAMINI, J. M. B.; DA SILVA, H. M. S.; BORGES, B. M. M. N.; RIBEIRINHO, V. S.; LACERDA, J. J. J.; AZENHA, M. V.; VIEGAS, P. R. A.; AGUIAR, A. D. Potassium and phosphorus fertilization impacts on bermudagrass and limpograss herbage accumulation, nutritive value, and persistence. **Crop Science**, v. 57, n. 5, p. 2881–2890, 2017.
- SILVEIRA, M. L.; VENDRAMINI, J. M. B.; SELLERS, B.; MONTEIRO, F. A.; ARTUR, A. G.; DUPAS, E. Bahiagrass response and N loss from selected N fertilizer sources. **Grass and Forage Science**, v. 70, n. 1, p. 154–160, 2013.
- SOLOMON, J. K. Q.; MACOON, B.; LANG, D. J.; VANN, R. C.; WARD, S. Animal and forage responses on Maximus, a tetraploid cultivar vs Marshall, a diploid cultivar of annual ryegrass. **Grass and Forage Science**, v. 73, n. 2, p. 309–319, 2018.
- SOLLENBERGER, L. E., OCUMPAUGH, W. R., EUVLIDES, V. P. B., MOORE, J. E., QUESENBERRY, K. H., JONES JR., C. S. Animal performance on continuously stocked 'Pensacola' bahiagrass and 'Floralta' limpograss pastures. **J. Prod. Agric.**, v.1, p.216-220, 1988.
- STEWART, R. L.; SOLLENBERGER, L. E.; DUBEUX, J. C. B.; VENDRAMINI, J. M. B.; INTERRANTE, S. M.; NEWMAN, Y. C. Herbage and animal responses to management intensity of continuously stocked bahiagrass pastures. **Agronomy Journal**, v. 99, n. 1, p. 107–112, 2007.
- STRICKER, J.A., MATCHES, A.G., THOMPSON, G.B., JACOBS, V.E., MARTZ, F.A., WHEATON, H.N., CURRENCE, H.D., KRAUSE, G.F., 1979. Cow-calf production on tall fescue-ladino clover pastures with and without nitrogen

- fertilization or *creep-feeding*: spring calves. **Journal of Animal Science**, v.48, p.13-25, 1979.
- STROMBERG, B. E., SCHLOTTAUER, J. C., HAMANN, K. J., SAATARA OZ H., BEMRICK, W. J. Experimental Bovine Coccidiosis: Control with Monensin. **Veterinary Parasitology**, v.22, p.135-140, 1986.
- TARR, S.L., FAULKNER, D.B., BUSKIRK, D.D., IRELAND, A., PARRET, D.F., BERGER, L.L. The value of *creep-feeding* during the last 84, 56, or 28 days prior to weaning on growth performance of nursing calves grazing endophyte-infected tall fescue. **Journal of Animal Science**, v. 72, p.1084-1094, 1994.
- TAYLOR, M. A.; CATCHPOLE, J. Coccidiosis of domestic ruminants. **Appl. Parasitol.** v.35, 73–86, 1994.
- TYLER, T. Annual Ryegrass. In: Symposium on Annual Ryegrass. Texas A&M University Agriculture Research and Education and Extension Center-Overton, 1995.
- USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, NATIONAL AGRICULTURAL STATISTICS SERVICE. Census by state – Florida. **Census of Agriculture**. 2017. Disponível em: https://www.nass.usda.gov/Publications/AgCensus/2017/Full_Report/Census_by_State/Florida/index.php. Acessado em: 20/12/2019.
- WEDEGAERTNER, T. C.; JOHNSON, D. E. Monensin effects on digestibility methanogenesis and heat increment of a cracked corn-silage diet fed to steers. **Journal of Animal Science**, v. 57, p.168-177, 1983.
- WALLAU, M. O.; SOLLENBERGER, L. E.; VENDRAMINI, J. M. B.; MULLENIX, M. K.; QUESENBERRY, K. H.; GOMIDE, C. A. M.; COSTA E SILVA, V.; DILORENZO, N. Herbage accumulation and nutritive value of limpgrass breeding lines under stockpiling management. **Crop Science**, v. 55, n. 5, p. 2377–2383, 2016.
- WILMS, H. J.; CARMICHAEL, J. W.; SCHANK, S. C. Cytological and morphological investigations on the grass *Hemarthria altissima* (Poir). **Crop Science**, v.10, p.303-3012, 1970.
- WYATT, R. D., GOUDL, M. B., ROBERT TOTUSEK. Effects of single vs. simulated twin rearing on cow and calf performance. **Journal Animal Science**, v.45, n.6, 1976.
- VENDRAMINI, J. M. B., MORIEL, P., COOKE, R. F., ARTHINGTON J. D., SILVA DA H. M., PICCOLO, M. B., SANCHEZ, J. M. D., GOMES, V., CAMPOS, P. A. M. Effects of monensin inclusion into increasing amount of concentrate on growth and physiological parameters of early-weaned beef calves consuming warm-season grasses. **Journal of Animal Science**, v.96, p.5112-5123, 2018a.

- VENDRAMINI, J. M. B., MORIEL, P. Forage management and concentrate supplementation effects on performance of beef calves. **Animal Production Science**, v. 58:1399-1403, 2018b.
- VENDRAMINI, J. M. B.; SOLLENBERGER, L. E.; QUESENBERRY, K. H.; WALLAU, M. O.; DUBEUX, J. C. B.; NEWMAN, Y. C. Limpograss (*Hemarthria altissima*): overview and management. In: NEWMAN, Y. C. (Ed.). **Florida Forage Handbook**. Gainesville, FL: University of Florida Institute of Food and Agricultural Science, 2018c.
- VENDRAMINI, J. M. B., J. M. D. SANCHEZ, R. F. COOKE, A. D. AGUIAR, P. MORIEL, W. L. DA SILVA, O. F. R. CUNHA, P. D. S. FERREIRA, AND A. C. PEREIRA. Stocking rate and monensin level effects on growth performance of beef cattle consuming warm-season grasses. **Journal of Animal Science**, v.93, p.3682-3689, 2015.
- VENDRAMINI, J. M. B.; SOLLENBERGER, L. E.; QUESENBERRY, K. H.; WALLAU, M. O.; DUBEUX, JR; J. C. B.; NEWMAN, Y. C.. Limpograss (*Hemarthria altissima*): Overview and Management. Ss-Agr-320. Univ. Florida Inst. **Food Agric. Sci.** Gainesville, FL, 2014.
- VENDRAMINI, J. M. B.; SOLLENBERGER, L. E.; BLOUNT, A. R.; AGUIAR, A. D.; GALZERANO, L.; VALENTE, A. L. S.; ALVES, E.; CUSTODIO, L. Bahiagrass cultivar response to grazing frequency with limited nitrogen fertilization. **Agronomy Journal**, v. 105, n. 4, p. 938–944, 2013.
- VENDRAMINI, J. M. B.; ARTHINGTON, J. D.; ADESOGAN, A. T. Effects of incorporating cowpea in a subtropical grass pasture on forage production and quality and the performance of cows and calves. **Grass and Forage Science**, v.67, p.129-135, 2012.
- VENDRAMINI, J. M. B., ARTHINGTON, J. D., SOLLENBERGER, L., SARAIVA, T. Rumen-undegradable protein supplementation effects on early weaned calves grazing annual ryegrass. **Crop Science**, v.51, p.381-386, 2011.
- VENDRAMINI, J. M. B.; ARTHINGTON, J. D. Supplementation strategies effects on performance of beef heifers grazing stockpiled pastures. **Agronomy Journal**, v. 102, n. 1, p. 112–117, 2010.
- VENDRAMINI, J. M. B., SOLLENBERGER, L. E., DUBEUX, J. C. B. Jr, INTERRANTE, S. M., STEWART, R. L. Jr., ARTHINGTON, J. D. Concentrate supplementation effects on the performance of early weaned calves grazing Tifton 85 Bermudagrass. **Agronomy Journal**, v.99, p.399-404, 2007.
- VENDRAMINI, J. M. B., ARTHINGTON, J. D. 2008. Effects of supplementation strategies on performance of early-weaned calves raised on pastures. **Professional Animal Scientist.**, v.24, p.445-450, 2008a.

VENDRAMINI, J. M. B.; ARTHINGTON, J. D.; BROWN, W. F. Use of limpgrass in grazing systems in Florida, 2008. Online. **Forage and Grazinglands**, January, 2008b.

VENDRAMINI, J. M. B., SOLLENBERGER, L. E., DUBEUX JR. J. C. B., INTERRANTE, S. M., STEWART JR, R. L., ARTHINGTON, J. D. Concentrate supplementation effects on forage characteristics and performance of early weaned calves grazing rye-ryegrass pastures. **Crop Science**. v.46, p.1595-1600, 2006.

VIÑOLES, C.; JAURENA, M.; DE BARBIERI, I.; DO CARMO, M.; MONTOSI, F. Effect of *creep-feeding* and stocking rate on the productivity of beef cattle grazing grasslands. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 56, n. 4, p. 279–287, 2013.

**CHAPTER 3 – SUPPLEMENTAL MONENSIN IMPACTS GROWTH, PHYSIOLOGY,
AND COCCIDIOSIS INFESTATION OF EARLY-WEANED BEEF CALVES
CONSUMING WARM-SEASON PERENNIAL OR COOL-SEASON ANNUAL
GRASSES**

Este capítulo está de acordo com as normas da revista *Applied Animal Science* e foi
aceito para publicação em Setembro de 2019.

Running head: Monensin in cool- and warm-season forages

**Supplemental monensin impacts growth, physiology, and coccidiosis infestation of
early-weaned beef calves consuming warm-season perennial or cool-season annual
grasses**

**R. A. Oliveira¹, P. Moriel^{2,4}, J. M. B. Vendramini², H. M. Silva², M. Vedovatto², J. N. M.
Neiva¹, F. R. C. Miotto¹, M. Miranda², and D. P. Silva³**

¹Federal University of Tocantins, Department of Animal Science, Araguaina, 77824, Brazil;

²University of Florida – Range Cattle Research & Education Center, Ona, 33865-9706, USA;

³University of Sao Paulo, Department of Animal Sciences, Pirassununga, 13635-900, Brazil.

Corresponding author: pmoriel@ufl.edu ; +1 (863) 735-1314

ABSTRACT

Objective: Two experiments evaluated the effects of supplemental monensin on growth and physiology of early-weaned beef calves grazing ryegrass (Exp. 1) or bahiagrass (Exp. 2).

Materials and methods: Brangus calves were weaned at 3 months of age, stratified by sex and BW, and randomly assigned into 1 of 8 pastures (2 steers and 2 heifers/pasture/year) of ryegrass (Exp. 1; n = 2 years) or bahiagrass (Exp. 2; n = 1 year) from d 0 to 84. Treatments were assigned to pastures (4 pastures/treatment per year) and consisted of concentrate supplementation at 1 and 2% of BW (DM basis) in Exp. 1 and 2, respectively, with or without 20 mg of monensin/kg of DM intake.

Results and Discussion: Herbage nutritive value and allowance did not differ ($P \geq 0.23$) between treatments in Exp. 1 and 2, but herbage mass tended ($P = 0.10$) to increase by 5% for monensin vs. control calves in Exp. 1. Calf overall ADG increased ($P \leq 0.005$), whereas fecal coccidia egg count on d 84 decreased ($P \leq 0.0004$) for monensin vs. control calves in Exp. 1 and 2. Monensin supplementation tended ($P \leq 0.08$) to increase plasma insulin concentrations in Exp. 1 and 2, and increased ($P \leq 0.03$) plasma IGF-1 concentrations on d 56 in Exp. 1 and plasma PUN concentrations on d 84 in Exp. 2. In summary, supplemental monensin led to subtle changes to physiological parameters associated with energy metabolism, reduced coccidiosis infestation in the body, and promoted the growth performance of early-weaned calves grazing ryegrass and bahiagrass pastures.

Key Words: bahiagrass, beef cattle, early-weaning, monensin, ryegrass

INTRODUCTION

Early weaning (EW) beef calves at 2 to 3 months of age is an effective management practice to enhance reproductive performance of primiparous cows (Arthington and Kalmbacher, 2003). Favorable climatic conditions during winter season in the southern USA

provide an opportunity to raise EW calves on annual cool-season (Vendramini et al., 2006) and perennial warm-season grasses (Vendramini et al., 2015). However, regardless of forage type, EW calves have a relatively small rumen capacity and consequently require concentrate supplementation (i.e. 1 or 2% of BW; DM basis) to achieve growth performance similar or greater to calves normally weaned at 8 months of age (Vendramini et al., 2007; Moriel et al., 2014ab). For example, concentrate DM supplementation at 1 and 2% of BW linearly increased the ADG of EW steers grazing ‘Tifton 85’ bermudagrass [*Cynodon* spp. (Vendramini et al., 2007)] and annual ryegrass [*Lolium multiflorum* (Vendramini et al., 2006)] compared to no concentrate supplementation.

Ionophores should be provided to EW calves as a strategy to further increase their growth performance by changing physiological parameters while controlling coccidiosis, as these calves are highly susceptible to this disease until 8 months of age (Vendramini and Moriel, 2018). Coccidiosis is detrimental to young cattle and is caused by a protozoan present in forage and water sources (Keeton and Navarre, 2018). Although forage DM intake is limited in EW calves receiving large amounts of concentrate DM supplementation (Vendramini et al., 2006, 2007, 2018), EW calves may get infected in areas of high animal and feces agglomeration (Keeton and Navarre, 2018) limiting their growth performance. Limited information about the potential benefits of monensin to the performance of EW beef calves grazing cool- and warm-season grass pastures and offered high concentrate DM supplementation is available in the literature (Vendramini et al., 2016; Vendramini and Moriel, 2018). The hypothesis of the study was that monensin supplementation will reduce coccidia infestation and increase growth performance of EW beef calves grazing annual cool-season or perennial warm-season forages. The objectives of this study were to test the effects of monensin supplementation on fecal coccidia egg counts, BW gain, and physiological indicators of energy and protein metabolism of EW calves grazing ryegrass (Exp. 1) and bahiagrass [*Paspalum notatum* (Exp. 2)] pastures.

MATERIALS AND METHODS

Experiments 1 and 2 were conducted at the UF/ IFAS Range Cattle Research and Education Center, Ona, FL (27° 26' N and 82° 55' W). Experiment 1 was conducted from January to April 2015 and repeated from January to April 2016 (grazing phase only), whereas Exp. 2 was conducted from January to March 2018 (grazing phase) and April to May 2018 (drylot phase).

Animals and Diets

Experiment 1 – Grazing Phase (d 0 to 84). Approximately 10 d before the start of the experiment, 64 Angus × Brahman crossbred calves (n = 16 steers and 16 heifers/year; n = 2 years) were early-weaned in average at 107 ± 18 d of age and 84.6 ± 14 kg of BW. Calves were held in a drylot with access to long-stem stargrass (*Cynodon nlemfuensis*) hay ad libitum and 1 kg/d of preconditioning concentrate (guaranteed analysis, as fed: 14% CP, 1.0% fat, 18% fiber, 0.75% Ca, 0.40% P, and 0.40% NaCl, Land O'Lakes Purina Feed LLC, Gray Summit, MO) for 10 d until the start of the experiment (d 0). On d 0 of each year, EW calves were stratified by sex, initial BW and age, and randomly allocated into 1 of 8 ryegrass pastures (2 steers and 2 heifers/pasture; 0.30 ha/pasture). All calves remained in their respective pasture assignment for 84 d. Treatments were randomly assigned to pastures (4 pastures/treatment/year) and consisted of concentrate DM supplementation at 1% of BW with or without 20 mg of monensin (Rumensin 90; Elanco Animal Health, Greenfield, IN) per kg of an estimated total DM intake of 2.5% of BW (NASEM, 2016). The supplement DM amount was selected based on previous results from Vendramini et al. (2006) demonstrating that optimal growth and economic feasibility occurred when EW calves grazing annual rye-ryegrass mixtures were supplemented with concentrate DM at 1 vs. 0 and 2% of BW. The proposed monensin amount was added daily to the concentrate immediately before feeding (0800 h). Concentrate consisted of (DM basis) 21.0% soybean hulls, 15.7% cottonseed meal, 15.0%

cottonseed hulls, 8.8% wheat middlings, 8.0% dried distillers grains, 8.0% citrus pulp pellets, 7.8% cracked corn, 7.8% corn meal, 5.4% soybean meal, 2.0% sugarcane molasses, 0.50% Ca carbonate, 0.05% trace mineral premix, , and 0.02% Vitamin E (94% DM, 78% TDN, 16% CP). All calves received daily free-choice access to a commercial vitamin, mineral mix (Lakeland Animal Nutrition, Lakeland, FL, USA; 14, 0.3, 24, and 9.0% of Ca, Mg, NaCl, and P, respectively, and 50, 1,500, 20, 40, and 3,000 mg/kg of Co, Cu, I, Se, and Zn, respectively).

Experiment 2 - Grazing Phase (d 0 to 84). Forty-eight Angus × Brahman crossbred calves (24 steers and 24 heifers) were weaned on January 9, 2018 (initial age = 92 ± 14 d; initial BW = 97 ± 12 kg). Calves were held in a drylot with access to long-stem stargrass hay ad libitum and 1 kg/d of preconditioning concentrate (same concentrate as described in Exp. 1) for 10 d. On d 0, calves were stratified by sex, initial BW and age, and randomly allocated into 1 of 8 bahiagrass pastures (3 steers and 3 heifers/pasture; 0.4 ha/pasture). All calves remained in their respective pasture assignment for 84 d. Treatments were randomly assigned to pastures (4 pastures/treatment) and consisted of concentrate DM supplementation at 2% of BW with or without 20 mg of monensin (Rumensin 90; Elanco Animal Health) per kg of an estimated total DM intake of 2.5% of BW (NASEM, 2016). The supplement DM amount was selected based on previous results from Vendramini et al. (2007) demonstrating that optimal growth and economic feasibility occurred when EW calves grazing perennial bermudagrass were supplemented with concentrate DM at 2 vs. 0 and 1% of BW. The proposed monensin amount was added daily to the concentrate immediately before feeding (0800 h). Concentrate consisted of (DM basis) 21.0% soybean hulls, 15.7% cottonseed meal, 15.0% cottonseed hulls, 8.8% wheat middlings, 8.0% dried distillers grains, 8.0% citrus pulp pellets, 7.8% cracked corn, 7.8% corn meal, 5.4% soybean meal, 2.0% sugarcane molasses, 0.50% Ca carbonate, 0.05% trace mineral premix, 0.04% Bovatec 90 (Alpharma Inc., Fort Lee, NJ), and 0.02% Vitamin E (94.1% DM, 75% TDN, 28.4% CP, 23.2% ADF, 1.78 Mcal/kg NEm, 1.17 Mcal/kg NEg,

1.57% Ca, 0.58% P, 0.44% S, 0.28% Mg, 1.32% K, 0.067% Na, 185 mg/kg Fe, 53 mg/kg Zn, 9 mg/kg Cu, 30 mg/kg Mn, and 1.9 mg/kg Mo). All calves received daily free-choice access to a commercial vitamin, mineral mix (University of Florida Cattle Research Winter Mineral; Vigortone, Brookville, Ohio, USA; 16.8, 1.0, 20.7, and 4.0% of Ca, Mg, NaCl, and P, respectively, and 60, 1,750, 350, 60, and 5,000 mg/kg of Co, Cu, I, Se, and Zn, respectively).

Experiment 2 - Drylot Phase (d 85 to 101). On d 85, 12 calves /treatment (6 steers and 6 heifers) were randomly assigned to 1 of 24 individual concrete floor pens (18 m²/pen) in a fully covered drylot facility for a 17-d evaluation period (adaptation from d 85 to 94, daily forage intake data collection from d 95 to 101, and daily fecal sample collection from d 99 to 101) to evaluate forage and total DM intake, and apparent DM digestibility. From d 85 to 101, calves remained on their respective treatment previously assigned on d 0 (same supplement type and amount as offered during the grazing phase) and provided daily free-choice access to ground stargrass hay (11.2% CP, 43.9% ADF, 75.8% NDF, 53% TDN; DM basis).

Sample and Data Collection

Grazing Phase. In Exp 1 and 2, each pasture was sampled for herbage mass (HM) and nutritive value (CP and IVDOM) every 14 d but reported at 28-d intervals from d 0 to 84. The double sampling technique was used to determine HM according to Gonzalez et al. (1990). Briefly, the indirect measure was the settling height of a 0.25-m² aluminum disk, and the direct measure involved hand clipping all herbage to a 2-cm stubble from the same area using an electric clipper. Every 28 d, 1 or 2 double samples were taken from each experimental unit for a total of 20 samples/pasture that represented the HM range present on pastures. At each site, the disk settling height was measured and the forage clipped. Clipped forage was dried for 72 h at 60°C and weighed. The herbage mass from the clipped sample and the corresponding disk height were used to develop a regression equation, which was later used to estimate HM.

Herbage allowance (HA) was calculated as the average HM divided by the average total BW of calves in each pasture (Sollenberger et al., 2005). Hand-plucked forage samples were collected from each pasture every 14 d, dried at 55°C for 72 h in a forced-air oven, ground to pass a 1-mm screen (Model 4, Thomas-Wiley Laboratory Mill, Thomas Scientific, Swedesboro, NJ) and analyzed for IVDOM as described by Moore and Mott (1974). Nitrogen concentration was determined using a micro-Kjeldahl method, a modification of the aluminum block digestion technique described by Gallaher et al. (1975). Crude protein was determined by multiplying N concentration by 6.25. Individual samples of the concentrate were collected every 28 d, pooled across months, and then sent in duplicate to a commercial laboratory (Dairy One Forage Laboratory, Ithaca, NY) for wet chemistry analysis of all nutrients.

Calf BW were assessed immediately before concentrate feeding at 0800 h on d 0, 28, 56, and 84 (Exp. 1) and on d 0, 56, and 84 (Exp. 2). Blood samples (10 mL) were collected via jugular venipuncture into sodium-heparin containing tubes (Vacutainer, Becton Dickinson, Franklin Lakes, NJ) for plasma harvest on d 0, 28, 56, and 84 (Exp. 1) and d 0, 56, and 84 (Exp. 2). Blood was centrifuged at $2,000 \times g$ and 4°C for 30 min, and plasma harvested and kept frozen at -80 °C until further analysis to determine the plasma concentrations of insulin, glucose, plasma urea nitrogen (PUN), and insulin-like growth factor 1 (IGF-1). Plasma concentrations of insulin were determined using Coat-A-Count solid-phase ¹²⁵I RIA kits (Siemens Healthcare Diagnostics, Los Angeles, CA) previously validated for bovine samples (Moriel et al., 2008). Plasma concentrations of glucose and PUN were determined using quantitative colorimetric kits (#G7521 and B7551, respectively; Pointe Scientific Inc., Canton, MI). Concentrations of IGF-1 were determined using a human-specific commercial ELISA kit (SG100; R&D Systems Inc., Minneapolis, MN) with 100% cross-reactivity with bovine IGF-1 and previously validated for bovine samples (Moriel et al., 2012). The intra- and inter-assay CV were 2.9% and 4.8% for insulin, 3.2% and 4.5% for glucose, 3.9% and 4.9% for PUN,

6.2% and 5.0 % for IGF-1. The minimum detectable concentration was 0.01 μ IU/mL for insulin and 0.056 ng/mL for IGF-1.

Rectal fecal samples were collected from all calves on d 0 and 84 (Exp. 1 and 2). All fecal samples were stored in plastic bags, placed in an insulated container with ice, and then sent to a commercial laboratory (Myers Parasitology Services, Magnolia, KY) for analysis of fecal coccidia egg count using the Modified Wisconsin Sugar Flotation Technique (Cox and Todd, 1962). Total fecal coccidia egg counts (observed egg count + 1) of each calf were log transformed before statistical analyses, and reported as \log_{10} (Martins et al., 2016). In Exp. 1, all calves were negative for the fecal coccidia eggs on d 0.

Drylot Phase. In Exp. 2, BW of all calves were also assessed immediately before concentrate feeding at 0800 h on d 84 and 101. Hay and concentrate samples were collected daily, dried at 55°C for 72 h in a forced-air oven, ground to pass a 1-mm screen to determine the forage and concentrate DM concentration, and consequently, calculate forage and total daily DMI from d 95 to 101. Rectal fecal samples from all calves in drylot were collected twice daily (0800 and 1500 h) from d 99 to 101 to determine in vivo apparent DM digestibility using the indigestible NDF (iNDF) procedure. Fecal samples were pooled across all fecal collection d for each calf. Concentrations of iNDF in the forage, concentrate, and feces were determined as described by Cole et al. (2011) with modifications proposed by Krizsan and Huhtanen (2013). Four grams of forage was placed in 20 x 10-cm N-free polyester bags with pore sizes ranging from 50 to 60 μ m. The bags were heat sealed and incubated for 288 h in one ruminally-fistulated Braford steer. The steers were housed in a pen with ad libitum access to stargrass hay. All the bags representing all experimental units in were incubated and removed from the steers simultaneously. The bags removed from the rumen were rinsed repeatedly until the rinsing water was colorless. Finally, bags were dried at 60°C for 48 h and weighed. Dried samples were analyzed for NDF concentration using the method of Van Soest et al. (1991)

adapted for an ANKOM 200 Fiber Analyzer (ANKOM Technology Corp.). Heat-stable α -amylase and sodium sulfite were used in the NDF assay and the results are presented inclusive of residual ash. Total feces output and apparent DM digestibility was calculated as described by Vendramini et al. (2018).

Statistical Analyses

All data analyses included Satterthwaite approximation to determine the denominator degrees of freedom for the test of fixed effects using MIXED procedure (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, version 9.4). Pasture and calf were considered the experimental units for the grazing (Exp. 1 and 2) and drylot phases (Exp. 2 only), respectively. In Exp. 1, pasture(treatment \times year), calf sex, and calf (pasture) were included as random effects in all analyses of animal responses. In Exp. 2, pasture(treatment), calf sex, and calf(pasture) were included as random effects in all analyses of grazing phase, whereas calf(treatment) and calf sex were included as random effects in all analyses during the drylot phase. Pasture evaluation, growth performance, plasma parameters, and fecal egg counts (Exp 2. only) during the grazing phase were analyzed as repeated measures and tested for fixed effects of treatment, day, year, and all resulting interactions (Exp. 1), and treatment, day, and treatment \times day (Exp. 2). Pasture(treatment) was considered the subject for analyses of forage evaluation, whereas calf(treatment) was the subject in the analyses of growth and plasma measurements. In Exp. 1, all calves were negative for coccidia fecal egg count on d 0, and hence, fecal egg count on d 84 was tested for the fixed effects of treatment, year, and treatment \times year using pasture(treatment) and calf(pasture) as random effects. Compound symmetry covariance structure was used for analyses of repeated measures. Plasma measurements and calf BW obtained on d 0 were used as covariates if $P \leq 0.05$. In Exp. 2, calf growth, forage and total DMI during drylot phase were tested for fixed effects of treatment. All results were reported as least-squares means. Significance was set at $P \leq 0.05$, and tendencies if $P > 0.05$ and ≤ 0.10 .

RESULTS AND DISCUSSION

Growth performance. In Exp. 1 and 2, calf age did not differ between treatments ($P \geq 0.67$) but was included as covariate ($P \leq 0.05$) in the analyses of calf BW and ADG. Effects of treatment \times day \times year and treatment \times year were not detected ($P \geq 0.42$) for calf BW in Exp. 1. In agreement with our hypothesis, effects of treatment \times day were detected ($P \leq 0.0007$) for calf BW in Exp. 1 and 2 (Table 1). In Exp. 1, calf BW on d 0 and 28 did not differ ($P \geq 0.28$) between treatments but increased ($P \leq 0.001$) for monensin vs. control calves on d 56 and 84. In Exp. 2, calf BW did not differ ($P = 0.61$) between treatments on d 0 but increased ($P \leq 0.0006$) for monensin vs. control calves on d 56 and 84. Calf ADG from d 0 to 28, 28 to 56, 56 to 84, and overall ADG from d 0 to 84 in Exp. 1 were always greater ($P \leq 0.04$) for monensin vs. control calves (Table 1), whereas in Exp. 2, calf ADG from d 0 to 56 and 0 to 84 were greater ($P \leq 0.008$) for monensin vs. control calves and tended ($P = 0.07$) to increase for monensin vs. control calves from d 56 to 84 (Table 1). Overall, monensin supplementation increased the ADG of EW calves by 0.17 and 0.14 kg/d in ryegrass (Exp. 1) and bahiagrass pastures (Exp. 2), respectively, which is in agreement with previous studies (Rouquette et al., 1980; Vendramini et al., 2018). Beef calves grazing bermudagrass (*Cynodon dactylon*) and receiving 0.90 kg/d of concentrate added with 200 mg/d of monensin had greater ADG (0.54 vs. 0.40 kg/d) compared to beef calves receiving concentrate without monensin (Rouquette et al., 1980). Average daily gain of EW calves offered stargrass hay increased from 0.36 to 0.44 kg/d when monensin (20 mg/kg of total DMI) was added to the supplement (Vendramini et al., 2018). In contrast, supplementation of 200 mg/d of monensin did not impact the overall ADG of beef heifers grazing bahiagrass pastures and offered 0.40 kg/d of a soybean hulls-based supplement (Vendramini et al., 2015) or 2 kg/d of sugarcane molasses + 0.50 kg/d of cottonseed meal (Moriel et al., 2019). The monensin-induced mechanisms leading to greater growth performance will be discussed below, but plausible explanations for the discrepancy on growth

performance of calves supplemented or not with monensin among the studies described above may include the supplement amount, composition, forage type, and level of coccidia infestation.

Forage responses. Growth performance of cattle is regulated by intake (50–70%), digestibility (24–40%), and metabolism (5–15%, Mertens 2009). Effects of treatment \times day and treatment \times year \times day were not detected ($P \geq 0.23$) for HM, HA, IVDOM, and CP in Exp. 1 and 2. Herbage CP and IVDOM concentrations did not differ between treatments in Exp. 1 and 2 ($P \geq 0.23$) but changed monthly similarly to our previous study (Vendramini et al., 2006). In Exp. 1, the growth period was longer for herbage on d 0 (approximately 80 d from planting) relative to subsequent forage regrowth periods (28 d), and this may have reduced CP concentration on d 0 vs. d 28 and 56. Also, herbage CP concentration was less on d 84 compared to d 28 and 56 due to the greater presence of reproductive tillers on d 84. Similarly, bahiagrass CP and IVDOM in Exp. 2 decreased with maturity from d 0 to 84. The reduced leaf : stem ratio caused by the onset of reproductive-stem elongation is usually the main factor decreasing the nutritive value of warm-season grasses (Sollenberger et al., 1988). Despite the monthly changes to forage CP and IVDOM, forage nutritive value in both experiments remained at adequate levels to meet the energy and protein requirements of EW calves during the entire study (BCNRM, 2016).

Herbage mass and HA in Exp. 1 and 2 gradually decreased ($P < 0.0001$) from d 0 to 84 (Table 2) due to the consumption of calves being greater than the forage accumulated during winter. The levels of ryegrass HA observed in Exp. 1 were greater during the first 56 d but nearly half of the minimum threshold that limits forage intake of EW calves (0.5 kg DM/kg BW; Vendramini and Arthington, 2008). Although ryegrass HM tended ($P = 0.10$) to increase for calves supplemented with monensin vs control (958 vs. $1,006 \pm 15.0$ kg DM/ha, respectively), calves supplemented with monensin were heavier compared to control calves,

and consequently, overall ryegrass HA did not differ ($P = 0.91$) between treatments (1.09 vs. 1.08 ± 0.262 kg DM/kg BW, respectively). In Exp. 2, despite the gradual decrease in HA over time, the levels of bahiagrass HA were significantly greater during the entire grazing phase compared to the minimum threshold of 0.5 kg DM/kg BW described by Vendramini and Arthington (2008). Therefore, growth performance of EW calves in both experiments was not limited by herbage mass during most (Exp. 1) and all (Exp. 2) of the grazing phase, and the greater growth performance of calves supplemented with monensin reported in both experiments was associated with factors beyond herbage mass, allowance, and nutritive value.

Physiological parameters. Additional factors that may explain the greater growth performance of monensin-fed calves compared to those not supplemented with monensin are differences in total diet digestibility and metabolism. Although forage intake and digestibility were not estimated during the grazing phase, forage and total DM consumption and apparent DM digestibility did not differ ($P \geq 0.17$) between calves supplemented or not with monensin during the drylot phase of Exp. 2 (Table 3) and in previous studies (Vendramini et al., 2018; Moriel et al., 2019). Therefore, we evaluated the plasma concentrations of hormones and metabolite associated with energy and protein metabolism that could potentially explain the differences in calf growth performance observed in the current study.

Effects of treatment \times day and treatment were not detected ($P \geq 0.27$) for plasma concentrations of glucose in Exp. 1 and 2 (Table 4). Effects of treatment \times day were not detected ($P \geq 0.30$) for plasma concentrations of IGF-1 in Exp. 2 but tended to be detected ($P = 0.009$) in Exp. 1. Effects of treatment \times day were not detected ($P \geq 0.43$), but overall plasma concentrations of insulin tended to be greater for monensin vs. control calves in Exp. 1 ($P = 0.08$) and 2 ($P = 0.07$; Table 4). Effects of treatment \times day were not detected for plasma concentrations of PUN in Exp. 1 ($P \geq 0.43$) but tended to be detected ($P = 0.07$) in Exp. 2 (Table 4).

Monensin supplementation to cattle can enhance plasma concentrations of IGF-1 indirectly by stimulating the synthesis of glucose, leading to the release of insulin and IGF-1. In both experiments, effects of treatment \times day and treatment were not detected ($P \geq 0.27$) for plasma concentrations of glucose, whereas plasma concentrations of insulin tended ($P = 0.08$ and 0.07 in Exp. 1 and 2, respectively) to increase following monensin supplementation (Table 4; treatment \times day effects for plasma insulin concentrations were not detected; $P \geq 0.43$). Effects of treatment \times day were not detected ($P = 0.30$) for plasma concentrations of IGF-1 in Exp. 2 but tended to be detected ($P = 0.009$) in Exp. 1, when plasma concentrations of IGF-1 were greater on d 56 (and numerically greater on d 28 and 84) after monensin was added to the concentrate supplement. The increases in plasma concentrations of glucose, insulin and IGF-1 were expected (Cappelozza et al., 2014a,b). Vendramini et al. (2018) reported no differences in plasma concentrations of glucose and insulin, but increased plasma concentrations of IGF-1 when monensin was offered to EW calves grazing bahiagrass and supplemented with concentrate DM at 1 and 2% of BW. Moriel et al. (2019) reported no differences in plasma concentrations of glucose, insulin and IGF-1 between heifers supplemented with molasses + cottonseed meal with or without monensin. Although supplement composition may have played a role, the discrepancy among these studies on plasma concentrations of glucose, insulin and IGF-1 may be attributed to the timing of blood collection relative to time of day when supplements were offered. Plasma concentrations of glucose and insulin usually peak after 1 to 2 h after concentrate feeding (Moriel et al., 2008), whereas blood samples were collected immediately before feeding in both experiments. Hence, peak concentrations of plasma glucose, insulin and IGF-1 were likely missed. Despite the mismatch between timing of blood collection and peak of plasma concentrations of these hormones and metabolites, the observed differences in plasma concentrations of insulin in Exp. 1 and 2 and IGF-1 in Exp. 1 support the

rationale that the energy metabolism of EW calves was positively impacted by monensin supplementation.

Concentrations of PUN are positively associated with intake of rumen-degradable protein, ruminal ammonia concentration, and ruminal protein:energy ratio (Hammond, 1997). Protein metabolism can also be impacted by monensin, but variable responses have been reported for plasma concentrations of PUN following monensin fortification of supplements. Monensin supplementation did not increase the plasma PUN concentrations in some studies (Vendramini et al., 2018; Moriel et al., 2019). However, it significantly increased the plasma PUN concentrations in other studies (Poos et al., 1979; Muntifering et al., 1980; Vendramini et al., 2015) likely due to an improved utilization of N associated with decreased proteolysis of dietary protein and altered site of protein digestion (Poos et al., 1979). Effects of treatment \times day were not detected for plasma concentrations of PUN in Exp. 1 ($P \geq 0.43$) but tended to be detected ($P = 0.07$) in Exp. 2, which did not differ between treatments on d 0 and 56 ($P = 0.58$; Table 4) and were below the optimal concentrations for growing animals (11 to 15 mg/dL; Byers and Moxon, 1980). However, plasma concentrations of PUN in Exp. 2 increased on d 84 ($P = 0.007$; Table 4) for monensin vs. control calves and were above the optimal concentration range. Despite the lack of treatment effects, plasma concentrations of PUN in Exp. 1 were also above 11 to 15 mg/dL range (Byers and Moxon, 1980). These results on plasma PUN concentrations reflect the fluctuations in forage CP concentrations observed in both experiments. They also indicate that rumen degradable protein and CP intake were consumed in excess amount from d 0 to 84 in Exp. 1, but in limited amounts until d 56 and in excess from d 56 to 84 in Exp. 1.

Coccidiosis infestation. In addition to the subtle changes to protein and energy metabolism, monensin fortification of supplements may also improve calf performance by controlling coccidiosis (Stromberg et al., 1986; Hurst et al., 2018). Coccidiosis is a parasitic

disease caused by the protozoan parasite of the genus *Eimeria* that can lead to either clinical disease or subclinical losses to growth performance of young cattle (Keeton and Navarre, 2018). High concentrations of this protozoa can accumulate in areas where animals often congregate and feces accumulate, such as drylot, heavily stocked pastures, and watering and feeding areas (Keeton and Navarre, 2018). Cattle become immune to coccidia at around 1 year of age but afterwards may continue to serve as a reservoir to younger animals (Keeton and Navarre, 2018). Hence, coccidiosis is an important clinical and subclinical disease with negative impacts on performance of EW calves. Intact ionophore residues are excreted by treated animals, and the manure produced by these animals may be applied to croplands as fertilizers, leach into the groundwater or enter surface water through runoff (Hurst et al., 2018). Fecal coccidia eggs on d 0 was not detected in Exp. 1, whereas in Exp. 2, fecal coccidia egg counts on d 0 were minimal and did not differ between treatments ($P = 0.51$; Table 5). However, on d 84 of both experiments, fecal coccidia egg counts were 2.8- and 3.5-fold greater ($P < 0.001$) for control vs. monensin calves in Exp. 1 and 2, respectively. These results are in agreement with other studies providing monensin to EW calves (Vendramini et al., 2018) and are likely a result of ionophore controlling levels of coccidia in the body as well as decreasing ground level contamination. Therefore, regardless of forage type, the lower coccidia contamination of monensin-fed calves was likely the main factor contributing to their greater growth performance compared to calves not offered monensin supplementation in both experiments.

APPLICATIONS

Supplement fortification with monensin in annual cool-season and perennial warm-season forage systems led to similar positive responses on performance of early-weaned beef calves. Supplemental monensin positively impacted the plasma concentrations of energy

metabolism-related hormones and metabolites, reduced the coccidia infestation, and increased the growth performance of early-weaned calves grazing annual ryegrass and perennial bahiagrass pastures.

LITERATURE CITED

- Arthington, J. D., and R. S. Kalmbacher. 2003. Effect of early weaning on the performance of three-year-old, first-calf beef heifers and calves reared in the subtropics. *J. Anim. Sci.* 81:1136–1141. <https://doi.org/10.2527/2003.8151136x>.
- BCNRM. 2016. Beef cattle nutrient requirements model. 8th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC. doi: <https://doi.org/10.17226/19014>.
- Byers, F. M., and A. L. Moxon. 1980. Protein and selenium levels for growing and finishing beef cattle. *J. Anim. Sci.* 50:1136–1144. <https://doi.org/10.2527/jas1980.5061136x>.
- Cappelozza, B. I., R. F. Cooke, M. M. Reis, P. Moriel, D. H. Keisler, and D. W. Bohnert. 2014a. Supplementation based on protein or energy ingredients to beef cattle consuming low-quality cool-season forages: II. Performance, reproductive, and metabolic responses of replacement heifers. *J. Anim. Sci.* 92:2725–2734. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-7442>.
- Cappelozza, B. I., R. F. Cooke, M. M. Reis, P. Moriel, D. H. Keisler, and D. W. Bohnert. 2014b. Supplementation based on protein or energy ingredients to beef cattle consuming low-quality cool-season forages: II. Performance, reproductive, and metabolic responses of replacement heifers. *J. Anim. Sci.* 92:2725–2734. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-7441>.
- Cole, N. A., K. McCuiston, L. W. Greene, and F. T. McCollum, F.T. 2011. Effects of concentration and source of wet distillers grains on digestibility of steam-flaked corn-based diets fed to finishing steers. *Prof. Anim. Sci.* 27:302–311. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30493-9](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30493-9).

- Cox, D. D., and A. C. Todd. 1962. Survey of gastrointestinal parasitism in Wisconsin dairy cattle. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 141:706–709.
- Gallaher, R. N., C. O. Weldon, and J. G. Futral. 1975. An aluminum block digester for plant and soil analysis. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 39:803–806. <http://dx.doi.org/10.2136/sssaj1975.03615995003900040052x>.
- Gonzalez, M. A., M. A. Hussey, and B. E. Conrod. 1990. Plant height, disk and capacitance meters used to estimate bermudagrass herbage mass. *Agron. J.* 82:861–864. <http://dx.doi.org/10.2134/agronj1990.00021962008200050002x>.
- Hammond, A. C. 1997. Update on BUN and MUN as a guide for protein supplementation in cattle. Pages 43–52 in *Proc. Florida Rumin. Nutr. Symp.* Univ. of Florida, Gainesville.
- Hurst, J. J., J. S. Wallace, and D. S. Aga. 2018. Method development for the analysis of ionophore antimicrobials in dairy manure to assess removal within a membrane-based treatment system. *Chemosphere.* 197:271–279. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.01.028>.
- Keeton, S. T. N., and C. B. Navarre. 2018. Coccidiosis in large and small ruminants. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 34:201–208. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.10.009>.
- Krizsan, S. J., and P. Huhtanen. 2013. Effect of diet composition and incubation time on feed indigestible neutral detergent fiber concentration in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 96:1715–1726. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5752>.
- Martins, P. G. M. A., P. Moriel, G. P. Caputti, J. M. B. Vendramini, and J. D. Arthington. 2016. Effects of multiple oral administrations of fenbendazole on growth and fecal nematodes infection of early-weaned beef calves grazing perennial, warm-season or annual, cool-season grasses. *Prof. Anim. Sci.* 33:432–439. <https://doi.org/10.15232/pas.2016-01597>.
- Mertens D. 2009. Challenges in measuring forage quality. In ‘Proceedings of the 2009 annual meeting, abstracts’. (ASA, CSSA, SSSA: Madison, WI) [CD-ROM].

- Moriel, P., T. S. Scatena, O. G. Sá Filho, R. F. Cooke, and J. L. Vasconcelos. 2008. Concentrations of progesterone and insulin in serum of nonlactating dairy cows in response to carbohydrate source and processing. *J. Dairy Sci.* 91:4616–4621. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1286>.
- Moriel, P., R. F. Cooke, D. W. Bohnert, J. M. B. Vendramini, and J. D. Arthington. 2012. Effects of energy supplementation frequency and forage quality on performance, reproductive, and physiological responses of replacement beef heifers. *J. Anim. Sci.* 90:2371-2380. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4958>.
- Moriel, P., S. E. Johnson, J. M. B. Vendramini, V. R. G. Mercadante, M. J. Hersom, and J. D. Arthington. 2014a. Effects of calf weaning age and subsequent management system on growth and reproductive performance of beef heifers. *J. Anim. Sci.* 92:3096-3107. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-7389>.
- Moriel, P., S. E. Johnson, J. M. B. Vendramini, M. A. McCann, D. E. Gerrard, V. R. G. Mercadante, M. J. Hersom, and J. D. Arthington. 2014b. Effects of metabolic imprinting and calf management systems on growth performance and carcass characteristics of beef steers. *J. Anim. Sci.* 92:3598-3609. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-7751>.
- Moriel, P., J. M. B. Vendramini, C. Carnelos, M. B. Piccolo, and H. M. Silva. 2019. Effects of monensin on growth performance of beef heifers consuming warm-season perennial grass and supplemented with sugarcane molasses. *Trop. Anim. Health.* 51(2):339-344. <https://dx.doi.org/10.1007/s11250-018-1693-5>.
- Moore, J. E., and G. O. Mott. 1974. Recovery of residual organic matter from “in vitro” digestion of forages. *J. Dairy Sci.* 57:1258–1259. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(74\)85048-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(74)85048-4).

- Muntifering, R. B., B. Theurer, R. S. Swingle, and W. H. Hale. 1980. Effect of monensin on nitrogen utilization and digestibility of concentrate diets by steers. *J. Anim. Sci.* 50:930–936. <https://doi.org/10.2527/jas1980.505930x>.
- NASEM. 2016. Nutrient requirements of beef cattle. 8th ed. Washington, DC: The National Academics Press.
- Poos, M. I., T. L. Hanson, and T. J. Klopfenstein. 1979. Monensin effects on diet digestibility, ruminal protein bypass and microbial protein synthesis. *J. Anim. Sci.* 48:1516–1524. <https://doi.org/10.2527/jas1979.4861516x>.
- Rouquette, Jr. F.M., J. L. Griffin, R. D. Randel, and L. H. Carroll. 1980. Effect of monensin on gain and forage utilization by calves grazing bermudagrass. *J. Anim. Sci.* 51:521–525. <https://doi.org/10.2527/jas1980.513521x>.
- Sollenberger, L. E., W. R. Ocumpaugh, V. P. B. Euclides, J. E. Moore, K. H. Quesenberry, and C. S. Jones Jr. 1988. Animal performance on continuously stocked ‘Pensacola’ bahiagrass and ‘Floralta’ limpograss pastures. *Journal of Production Agriculture* 1:216–220. <https://doi.org/10.2134/jpa1988.0216>
- Sollenberger, L. E., J. E. Moore, V. G. Allen, and C. G. S. Pedreira. 2005. Reporting forage allowance in grazing experiments. *Crop Sci.* 45:896–900. <https://doi.org/10.2135/cropsci2004.0216>
- Stromberg, B. E., J. C. Schlotthauer, K. J. Hamann, H. Saatara Oz, and W. J. Bemrick. 1986. Experimental bovine coccidiosis: control with monensin. *Vet. Parasitol.* 22:135–140. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(86\)90015-4](https://doi.org/10.1016/0304-4017(86)90015-4).
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583–3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2).

- Vendramini, J. M. B., L. E. Sollenberger, J. C. B. Dubeux, Jr., S. M. Interrante, R. L. Stewart, Jr., and J. D. Arthington. 2006. Concentrate supplementation effects on forage characteristics and performance of early weaned calves grazing rye–ryegrass pastures. *Crop Sci.* 46:1595–1600. <https://dx.doi.org/10.2135/cropsci2005.11-0419>.
- Vendramini, J. M. B., L. E. Sollenberger, J. C. B. Dubeux Jr., S. M. Interrante, R. L. Stewart Jr., and J. D. Arthington. 2007. Concentrate supplementation effects on forage characteristics and performance of early weaned calves grazing Tifton 85 bermudagrass pastures. *Agron. J.* 99:399–404. <http://dx.doi.org/10.2134/agronj2005.0355>.
- Vendramini, J. M. B., and J. D. Arthington. 2008. Effects of Supplementation Strategies on Performance of Early-Weaned Calves Raised on Pastures. *Prof. Anim. Sci.* 24:445-450. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30880-9](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30880-9).
- Vendramini, J. M. B., and P. Moriel. 2018. Forage management and concentrate supplementation effects on performance of beef calve. *Animal Production Sci.* 58:1399–1403. <https://doi.org/10.1071/AN17797>.
- Vendramini, J. M. B., J. M. D. Sanchez, R. F. Cooke, A. D. Aguiar, P. Moriel, W. L. da Silva, O. F. R. Cunha, P. D. S. Ferreira, and A. C. Pereira. 2015. Stocking rate and monensin level effects on growth performance of beef cattle consuming warm-season grasses. *J. Anim. Sci.* 93:3682-3689. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9269>.
- Vendramini, J. M. B., P. Moriel, R. F. Cooke, J. D. Arthington, H. M. Silva, M. B. Piccolo, J. M. D. Sanchez, V. Gomes, and P. A. Mamede. 2018. Effects of monensin inclusion into increasing amount of concentrate on growth and physiological parameters of early-weaned beef calves consuming warm-season grasses. *J. Anim. Sci.* 96, 5112–5123. <https://doi.org/10.1093/jas/sky374>.

Table 1. Body weight and ADG of early-weaned calves grazing ryegrass pastures and offered concentrate DM supplementation at 1% of BW (Exp. 1) or bahiagrass pastures and offered concentrate DM supplementation at 2% of BW (Exp. 2) with or without monensin (20 mg of monensin/kg of an estimated total DM intake of 2.5% of BW) from d 0 to 84.

Item	Treatment			<i>P</i> -value ¹	<i>P</i> -value		
	Control	Monensin	SEM		Treatment × day	Treatment	Day
Experiment 1							
BW ² , kg							
d 0	85	85	1.8	0.90	<0.0001	0.009	<0.0001
d 28	107	110	1.8	0.29			
d 56	115	124	1.8	0.001			
d 84	130	145	1.8	<0.0001			
ADG ² , kg							
d 0 to 28	0.78	0.88	0.034	-	-	0.04	-
d 28 to 56	0.30	0.52	0.057	-	-	0.02	-
d 56 to 84	0.54	0.73	0.042	-	-	0.002	-
d 0 to 84	0.54	0.71	0.036	-	-	0.005	-
Experiment 2							
BW ² , kg							
d 0	96	97	1.4	0.61	<0.0001	0.004	<0.0001
d 56	143	151	1.4	0.0006			
d 84	164	175	1.4	<0.0001			
ADG ² , kg							
d 0 to 56	0.83	0.99	0.027	-	-	0.008	-
d 56 to 84	0.72	0.84	0.039	-	-	0.07	-
d 0 to 84	0.80	0.94	0.021	-	-	0.003	-

¹*P*-value for the comparison of treatment within day.

²Covariate-adjusted for calf age ($P \leq 0.05$).

Table 2. Herbage mass (HM), herbage allowance (HA), IVDOM and crude protein (CP) of ryegrass (Exp. 1) and bahiagrass (Exp. 2) pastures grazed by early-weaned calves offered concentrate supplementation with or without monensin (20 mg of monensin/kg of an estimated total DM intake of 2.5% of BW) from d 0 to 84.

Item ¹	Day of the study				SEM	P-value
	0	28	56	84		Day
Experiment 1						
Herbage mass, kg DM/ha	1393 ^a	1039 ^b	955 ^c	540 ^d	22.5	<0.0001
Herbage allowance, kg DM/kg BW	2.43 ^a	0.95 ^b	0.68 ^c	0.28 ^d	0.04	<0.0001
IVDOM, g/kg of DM	796 ^a	798 ^a	725 ^b	708 ^c	4.57	<0.0001
CP, g/kg of DM	195 ^a	301 ^c	237 ^b	205 ^a	5.5	<0.0001
Experiment 2						
Herbage mass, kg DM/ha	6071 ^a	5192 ^b	3302 ^c	2570 ^d	152.7	<0.0001
Herbage allowance, kg DM/kg BW	10.5 ^a	6.9 ^b	3.3 ^c	2.4 ^d	0.20	<0.0001
IVDOM, g/kg of DM	477 ^a	430 ^{bc}	411 ^c	444 ^b	13.0	<0.01
CP, g/kg of DM	177 ^c	127 ^b	105 ^d	138 ^a	5.0	<0.01

^{a-d} Within a row, means without a common superscript differ ($P \leq 0.05$).

¹Pastures were sampled for herbage mass (HM) and nutritive value (CP and IVDOM) every 14 d but reported at 28-d intervals from d 0 to 84. The double sampling technique was used to determine HM according to Gonzalez et al. (1990). Herbage allowance (HA) was calculated as the average HM divided by the average total BW of calves in each pasture (Sollenberger et al., 2005).

Table 3. Drylot growth performance, DM intake, and apparent DM digestibility of calves offered daily free choice access to ground stargrass and offered concentrate DM supplementation at 2% of BW with or without monensin (20 mg of monensin/kg of an estimated total DM intake of 2.5% of BW) from d 85 to 101 (Exp. 2).

Item	Treatment		SEM	<i>P</i> -value
	Control	Monensin		Treatment
BW ¹ , kg				
d 84	176	185	4.7	0.21
d 101	197	207	5.2	0.17
Forage DMI ² , % of BW	0.73	0.72	0.05	0.86
Total DMI ² , % of BW	2.83	2.81	0.05	0.73
Apparent DM digestibility, g/kg of DM	781	773	16.7	0.63

¹Full BW obtained on d 84 and 101 of calves randomly selected and assigned to the drylot phase from d 85 to 101.

²Forage and total DMI calculated as percentage of the average calf BW obtained on d 84 and 101.

Table 4. Plasma concentrations of glucose, IGF-1, insulin, and urea nitrogen (PUN) of early-weaned calves grazing ryegrass pastures and offered concentrate DM supplementation at 1% of BW (Exp. 1) or bahiagrass pastures and offered concentrate DM supplementation at 2% of BW (Exp. 2) with or without monensin (20 mg of monensin/kg of an estimated total DM intake of 2.5% of BW) from d 0 to 84.

Plasma variable	Treatment			P-value		
	Control	Monensin	SEM	P ¹	Treatment × day	Treatment
Experiment 1 ²						
Glucose, mg/dL	78.3	81.4	1.87	-	0.42	0.28
IGF-1, ng/mL						
d 0	105.4	109.7	18.32	0.87	0.09	0.51
d 28	77.1	112.1	18.32	0.19		
d 56	26.8	89.5	18.32	0.03		
d 84	45.7	58.4	18.32	0.63		
Insulin, µIU/mL	1.92	2.75	0.30	-	0.92	0.08
PUN, mg/dL	27.1	25.7	1.08	-	0.83	0.43
Experiment 2 ³						
Glucose, mg/dL	95.4	97.0	1.66	-	0.85	0.49
IGF-1, ng/mL	59.8	62.5	1.88	-	0.40	0.30
Insulin, µIU/mL	11.2	12.6	0.52	-	0.17	0.07
PUN, mg/dL						
d 0	5.73	7.81	2.63	0.58	0.07	0.12
d 56	12.0	9.91	2.63	0.58		
d 84	20.8	31.0	2.63	0.007		

¹ P-value for the comparison of treatment within day.

² Concentrations of glucose, PUN, and insulin on d 0 of Exp. 1 were not included as covariate ($P \geq 0.19$). Plasma concentrations of IGF-1 on d 0 of Exp. 1 did not differ ($P \geq 0.59$) between treatments but were included as covariate ($P = 0.03$).

³ Plasma concentrations of glucose, insulin, and IGF-1 on d 0 of Exp. 2 did not differ ($P \geq 0.59$) between treatments but were included as covariate ($P < 0.0001$). Concentrations of PUN on d 0 of Exp. 2 were not included as covariate ($P = 0.65$).

Table 5. Rectal fecal coccidia egg counts of early-weaned calves grazing ryegrass pastures and offered concentrate DM supplementation at 1% of BW (Exp. 1) or bahiagrass pastures and offered concentrate DM supplementation at 2% of BW (Exp. 2) with or without monensin (20 mg of monensin/kg of an estimated total DM intake of 2.5% of BW) from d 0 to 84.

Coccidia egg count ¹ , log ₁₀ of eggs per gram of feces	Treatment			<i>P</i> ²	<i>P</i> -value	
	Control	Monensin	SEM		Treatment × day	Treatment
Experiment 1						
d 0	0	0	-		-	<0.0001
d 84	1.15	0.40	0.086	<0.0001		
Experiment 2						
d 0	0.16	0.06	0.111	0.51	0.007	0.004
d 84	1.14	0.33	0.111	0.0004		

¹Coccidia egg counts (observed egg count + 1) of each calf were log transformed before statistical analyses, and reported as log₁₀ (Martins et al., 2016). Fecal coccidia egg count on d 0 were not detected in Exp. 1, did not differ ($P = 0.51$) between treatments in Exp. 2, and were not included as covariate ($P = 0.12$).

²*P*-value for the comparison of treatment within day

CAPÍTULO 4 - EFEITO DA INCLUSÃO DE MONENSINA EM *CREEP-FEEDING* SOBRE O DESEMPENHO DE BEZERROS E VACAS EM PASTAGEM TROPICAL

RESUMO

Objetivou-se avaliar a adição de monensina em suplemento proteico em *creep-feeding* sobre o desempenho do par vaca-bezerro mantidos em pastagem de limpograss (*Hemarthria altíssima* [Poir.] Stapf. & C.E.Hubb). O experimento foi conduzido em Ona, FL de Abril a Agosto de 2018. Vinte e quatro vacas e seus respectivos bezerros provenientes de cruzamento Angus x Brahman foram alocados aleatoriamente em 8 pastos de limpograss (1,0 ha/pasto). Os tratamentos consistiram de *creep-feeding* (0,4 kg/dia de farelo de soja) com adição de monensina (20 mg de monensina/kg de consumo de MS total estimado em 2,5% do PV) ou controle (sem adição de monensina), distribuídos em delineamento em blocos completos casualizados com 4 repetições por tratamento (cada pasto uma unidade experimental). Não houve efeito de tratamento para as variáveis oferta de forragem (OF, $P = 0,52$; média = 1,2 kg MS/kg PV, EP = 0,3), concentração com base na matéria seca de proteína bruta (PB, $P = 0,17$; média = 135 g/kg, EP = 27,0) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO, $P = 0,21$; média = 535 g/kg, EP = 40,0) da pastagem. Da mesma forma, não houve efeito da inclusão de monensina no *creep-feeding* sobre o peso vivo final (PVF, $P = 0,85$; média = 242,1 kg; EP = 2,7) e ganho médio diário (GMD, $P = 0,88$; média = 0,779 kg; EP = 0,04) dos bezerros. Efeito de tratamento também não foi verificado para o PVF ($P = 0,67$; média = 504,9 kg; EP = 5,9), GMD ($P = 0,72$; média = 0,291 kg/d; EP = 0,11), escore de condição corporal (ECCf, $P = 0,15$; média = 5,05; EP = 0,15) e diferença no escore de condição corporal ($P = 0,14$; média = 0,15) das vacas. A inclusão de monensina não teve influência sobre a contagem de ovos coccídeos nas fezes ($P = 0,99$; média = 0,19 contagem de ovos/g fezes; EP = 0,08) e para os parâmetros sanguíneos nitrogênio ureico no plasma (NUP, $P = 0,21$; média = 12,48 mg/dL; EP = 0,5), glicose ($P = 0,18$; média = 98,3 mg/dL; EP = 4,3), insulina ($P = 0,95$; média = 13,4 μ IU/mL; EP = 1,7) e IGF-1 ($P = 0,27$; média = 68,7 ng/mL; EP = 3,8) nos bezerros. No entanto, os bezerros do tratamento monensina consumiram menor ($P = 0,0002$) proporção do concentrado

em relação ao tratamento controle nas primeiras 13 horas após o fornecimento do suplemento (78 vs 95%). A utilização de *creep-feeding* com inclusão de monensina não promoveu melhoria no desempenho de bezerro recebendo quantidade limitada de concentrado em *creep-feeding*. No entanto, mostrou potencial para ser utilizada como um regulador de consumo de suplemento.

Palavras-chave: bezerro de corte, *limit-fed*, coccidiose, ionóforo, suplemento

1 INTRODUÇÃO

O *creep-feeding* é uma ferramenta de manejo utilizada na produção de bezerros com objetivo de aumentar o aporte nutricional via concentrado melhorando o desempenho, bem como o *status* imunológico dos animais (VENDRAMINI; MORIEL, 2018). Outra vantagem desta ferramenta é a otimização do consumo de matéria seca no confinamento pós-desmame (MORIEL; ARTHINGTON, 2013a), refletindo em melhor adaptação e terminação mais rápida dos animais.

O limpograss é uma gramínia bastante utilizada no Sul da Flórida que apresenta boa tolerância a solos de baixa drenagem, e embora apresente boa concentração de nutrientes digestíveis totais, contém menor concentração de proteína bruta comparado a outras gramíneas tropicais (SOLLENBERGER et al., 1988). Aguiar et al. (2015) observaram que bezerros mantidos em pastagem de limpograss em sistema *creep-feeding* recebendo 400 g/dia de suplemento proteico (480 g de PB/kg, MS) apresentaram uma eficiência de 0.75 kg PV/kg de concentrado. O ganho adicional para os animais suplementados com 400 g/dia em relação aos bezerros que receberam apenas mistura mineral foi de 290 g/dia (330 vs. 620 g/dia).

A monensin é um ionóforo poliéster carboxílico (HORTON et al., 1992) dos mais explorados na alimentação animal. Trabalhos com animais em pastejo utilizando nível elevado de suplementação com adição de monensina têm mostrado efeito positivo na eficiência alimentar (ROUQUETTE et al., 1980) e no desempenho de bezerros desmamados precocemente (VENDRAMINI et al., 2018). Estudo recentemente realizado utilizando bezerros desmamados precocemente e mantidos em pastejo demonstrou que a adição de monensina no concentrado fornecido na proporção de 1 ou 2% do PV, melhorou o desempenho e foi eficaz no controle de infestação de coccidiose (VENDRAMINI et al., 2018). Porém, informações sobre a utilização de monensina em sistema de *creep-feeding* com baixa oferta de concentrado ainda são escassas na literatura. A hipótese do estudo foi que a utilização de monensina no *creep-feeding* resultaria em menor infestação fecal de ovos coccídeos e desempenho produtivo nos bezerros. O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito da inclusão ou não de monensina (20 mg de monensina/kg de consumo de MS total estimado em 2,5% do PV) em *creep-feeding* com oferta de 400

g/bezerro/dia de farelo de soja sobre o desempenho do par vaca-bezerro mantidos em pastagem de limpograss.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade da Flórida no Centro de Pesquisa e Educação em Bovinos de Corte (Range Cattle Research and Education Center, UFIFAS), Ona, FL (27 ° 26' Norte e 82 ° 55' Oeste), de Abril a Agosto de 2018. Todos os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Pesquisa Animal do Instituto de Ciências Agronômicas e da Agricultura da Universidade da Flórida.

O solo na área experimental, segundo a classificação do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), é um "Pamona fine sand (Sandy, siliceous, hyperthermic Ultic Alaquod)". Oito pastos de limpograss foram utilizados (n=4 pastos/tratamento, com 1 ha cada pasto). No mês de Março os pastos foram todos roçados a altura de 10 cm e adubados com 56 kg de N/ha. A pastagem de limpograss foi estabelecida em Março de 2010.

Vinte e quatro vacas e seus respectivos bezerros oriundos de cruzamento Angus x Brahman, com pesos corporais iniciais (PVi) de 488 ± 10 kg e 154 ± 6 kg, respectivamente, foram alocados aleatoriamente em 8 pastos (3 pares de vaca-bezerro por pasto) em lotação contínua e fixa. Os tratamentos foram a inclusão ou não (controle) de monensina (20 mg/kg do consumo de MS total estimado em 2,5% do PV) no concentrado de bezerros em sistema *creep-feeding*. A fonte de monensina utilizada foi um produto comercial Rumensin 90 (Elanco Animal Health) adicionado no momento do fornecimento. O suplemento utilizado no *creep-feeding* foi farelo de soja (FS) na quantidade de 400 g/bezerro/dia (Aguiar et al., 2015). A oferta do concentrado foi realizada três vezes por semana (segunda, quarta e sexta-feira) às 0800 horas. O concentrado foi ofertado em uma estrutura simples, sem piso e sem sombreamento construída com grades de ferro de forma que apenas os bezerros poderiam ter acesso. A composição química do FS com base na matéria seca foi de: 493 g/kg de PB; 73 g/kg de fibra em detergente ácido (FDA); 117 g/kg de fibra em detergente neutro corrigida (FDNc); 309 g/kg de carboidratos não fibrosos (CNF) e 790 g/kg de nutrientes digestíveis totais (NDT). A amostra do FS foi coletada e analisada pelo laboratório comercial (Dairy One Forage Laboratory). A quantidade de FS ofertado a cada evento de alimentação foi calculada com a multiplicação da quantidade diária

(400 g) por 7 dias da semana e dividido por 3 eventos de alimentação. As vacas e os bezerros tiveram livre acesso a uma mistura de sal mineral (níveis de garantia: 16,8% Ca, 4,0% P, 20,7% NaCl, 1,0% Mg, 0,6% Co, 0,17% Cu, 0,6% I, 0,05% Zn).

Amostragem do pasto. Amostras para avaliação da massa de forragem (MF), concentração de PB e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) foram coletadas no início do experimento, e a cada 14 dias, durante os 113 dias de experimento. A técnica de dupla amostragem foi utilizada para determinação da MF de acordo com metodologia descrita por GONZALEZ et al. (1990). Avaliação indireta utilizada para mensurar a altura da forragem foi realizada com auxílio de um disco metálico medindo 0,25 m², enquanto a avaliação direta se deu através do corte da forragem a 2,5 cm acima do nível do solo utilizando tesoura manual. A cada 28 dias, foram retiradas duas amostras de forragem de cada uma das 8 unidades experimentais (pastos), totalizando 16 duplas amostras por data de avaliação. Os lugares para a dupla amostragem foram escolhidos de forma que representassem a variação da MF na área total. Nos lugares escolhidos, a altura do disco foi mensurada e a forragem embaixo do disco cortada a 2,5 cm do nível do solo. A forragem cortada foi seca em estufa de ar com ventilação forçada a temperatura de 55 °C por 72 h e posteriormente pesadas. Os dados obtidos foram usados no desenvolvimento de equações de regressão para prever a MF com base na altura do disco. Uma equação foi desenvolvida para cada período de 28 dias e os valores de r^2 variaram entre 0,81 e 0,85. A cada 14 dias, a altura do disco foi medida em 20 pontos aleatórios por unidade experimental. Os locais foram selecionados a partir de um número fixo de caminhada entre cada medida realizada com o disco para garantir que todo o pasto fosse representado. As médias das alturas do disco obtidas das 20 mensurações retiradas de cada pasto foram utilizadas para a estimativa da MF através das equações de regressão previamente descritas. A oferta de forragem (OF) foi calculada para cada pasto como a média da MF (média através de duas datas de amostragem dentro de cada período de 28 d) dividida pela média do PV total durante este mesmo período (SOLLENBERGER et al., 2005).

Amostras coletadas manualmente foram retiradas de cada pasto de forma aleatória, na camada superior do dossel, para avaliação do valor nutritivo da forragem (PB e DIVMO). As amostras foram retiradas no início e a cada 14 dias do período experimental e secadas em estufa de ar com ventilação forçada em temperatura de 55 °C até peso constante. Subsequentemente, foram compostas por período de 28

dias e moídas em um moinho do tipo Wiley (Model 4, Thomas-Wiley Laboratory Mill, Thomas Scientific, Swedesboro, NJ) utilizando peneiras de 1-mm. As amostras foram analisadas para DIVMO utilizando a técnica descrita por Tilley e Terry (1963) e modificada por Moore e Mott (1974). A concentração de nitrogênio foi determinada utilizando o método micro-Kjeldahl, uma modificação da técnica de digestão no bloco de alumínio (GALLAGER et al., 1975). A proteína bruta foi determinada pela multiplicação da concentração de N multiplicada por 6,25.

Mensurações nos animais. Os bezerros e suas respectivas mães foram pesados individualmente nos dias 0, 28, 56, 74 e 113 do estudo às 0800h para avaliação do GMD. O GMD foi calculado por meio da diferença entre o peso inicial e final de cada pesagem dividido pelo número de dias do período entre uma pesagem e outra. Escore de condição corporal (ECC) das vacas foi avaliado no início e final do experimento (dia 0 e 113). Cada avaliação foi realizada por duas pessoas treinadas utilizando escala de 1 a 9, sendo 1 classificado como muito magro e 9 muito gordo (KUNKLE et al., 1999). A média das avaliações dos dois treinadores foi utilizada para determinação do ECC individual de cada animal. A diferença do ECC foi calculada através da subtração da avaliação final pela inicial.

Amostras de fezes foram coletadas de todos os bezerros nos dias 0, 56, e 113. As amostras coletadas diretamente do reto de cada bezerro, e foram colocadas em sacos plásticos, seladas, identificadas, armazenadas imediatamente em recipiente com gelo e enviadas para análises em laboratório comercial (Myers Parasitology Services, Magnolia, Kentucky, USA) para contagem de ovos coccídeos fecais (COX; TODD, 1992). O técnico do laboratório responsável pelas análises desconhecia os respectivos tratamentos avaliados. A contagem de ovos coccídeos nas fezes de cada bezerro foi transformada antes das análises estatísticas, e reportadas como \log_{10} (MARTINS et al., 2016).

Amostras de sangue foram coletadas de todos os bezerros por meio de punção da veia jugular nos dias 0, 56, e 113. As amostras foram colhidas em tubos vacuteiner contendo heparina de sódio (Luer Monovette; Sarstedt. Inc, Newton, NC) e imediatamente colocadas em recipiente com gelo. Posteriormente, foram centrifugadas a 2000 x g e 4 ° C por 30 min, com subsequente coleta e congelamento do plasma a -80 ° C até futuras análises. As amostras de plasma foram analisadas para as concentrações de NUP, glicose, insulina e IGF-1. As concentrações plasmáticas de glicose e NUP foram determinadas utilizando kits de colorimetria

quantitativa (Point Scientific Inc., Canton, MI). As concentrações de insulina foram determinadas utilizando kits comerciais de fase sólida ^{125}I RIA (Siemens Healthcare Diagnostic, Los Angeles, CA) previamente validada para amostras de bovinos (MORIEL et al., 2008). Concentrações de IGF-1 foram determinadas usando kit comercial ELISA específico para humanos (SG100; R&D Systems Inc., Minneapolis, MN) com 100% de reatividade cruzada com IGF-1 bovino e previamente validada para amostras bovinas (MORIEL et al., 2012).

A proporção do tempo dispendido para consumo do suplemento foi mensurada na semana final do experimento. A proporção foi obtida por meio das pesagens do concentrado ofertado a cada uma hora durante um período de 13 horas após o fornecimento.

Análises estatísticas

Todos os dados analisados incluíram aproximação de Satterthwaite para determinar o denominador dos graus de liberdade para o teste de efeito fixo usando PROC MIXED do SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, versão 9.4). O pasto e bezerro foram considerados as unidades experimentais. O tratamento monensina e meses foram considerados efeitos fixos e repetições efeitos aleatórios. Os meses foram analisados como medidas repetidas e o modelo de covariante foi selecionado pelo modelo com menor valor AIC. A avaliação do pasto, desempenho de crescimento, parâmetros avaliados no plasma e contagem de ovos coccídeos foram analisados como medidas repetidas no tempo e testado para efeito fixo de tratamento e dia. O Pasto (tratamento) foi considerado o sujeito para análises de avaliação da forragem, enquanto que bezerro (tratamento) foi o sujeito para as análises de desempenho de crescimento e parâmetros sanguíneos avaliados no plasma. Estrutura de covariância de simetria composta foi usada para as análises de medidas repetidas no tempo. As avaliações do plasma e PV dos pesos obtidas no dia 0 foram usadas como covariáveis se $P \leq 0,05$. Os tratamentos foram considerados diferentes quando $P \leq 0,10$ de probabilidade. As interações que não foram apresentadas nos Resultados e Discussão não foram significativas. As médias reportadas são médias do quadrado mínimo e foram comparadas usando PDIFF (SAS Institute Inc., 2006).

3 RESULTADOS

Respostas forragem

Não houve efeito de tratamento para as variáveis massa de forragem (MF, $P=0,52$; média = $2651 \pm 509,8$ kg/ha) e OF ($P=0,52$; média = $1,2 \pm 0,3$ kg de MS/kg de PV). No entanto, houve efeito do mês ($P < 0,01$) para estas variáveis resposta. Em Abril, no início do estudo a MF e OF observadas foram maiores ($P < 0,01$) em relação aos demais meses que tiveram a MF e OF diminuída ao longo do experimento (Tabela 1).

Efeito de tratamento também não foi verificado para as concentrações de PB ($P = 0,17$; média = $135 \pm 27,0$ g/kg) e DIVMO ($P = 0,21$; média = $535 \pm 40,0$ g/kg) do pasto de limpograss. Semelhantemente às variáveis MF e OF, foi verificado apenas efeito do mês para PB ($P < 0,01$) e DIVMO ($P < 0,01$). Verificou-se diminuição do teor de PB ao longo do estudo, reduzindo de 193 g/kg em Abril para 100 g/kg em Agosto. A DIVMO oscilou ao longo dos meses de experimento, sendo observado no mês de Maio redução em comparação ao mês de Abril e aumento em Junho com subsequente redução nos meses de Julho e Agosto (Tabela 1).

Tabela 1 – Efeito dos meses sobre a massa de forragem (MF), oferta de forragem (OF), digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) e proteína bruta (PB) de pastos de limpograss pastejados por pares vaca-bezerro recebendo ou não (controle) monensina (20 mg/kg do consumo de matéria seca total) em sistema *creep-feeding* e mantidos em pasto de limpograss

Variável resposta ¹	Meses					EP ²	Valor de <i>P</i>
	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto		
MF, kg/ha	3528a	2958b	2426c	2110d	2232d	124,5	<0,01
OF, kg MS/kg PV	1,8a	1,3b	1,0c	0,9c	1,0c	0,04	<0,01
PB, g/kg	193a	145b	138b	106c	100c	4,0	<0,01
DIVMO, g/kg	598a	510c	564b	503c	502c	8,0	<0,01

¹As amostras para mensuração da massa de forragem, valor nutritivo (DIVMO e PB) foram coletadas no início e a cada 14 dias por 84 dias. A oferta de forragem foi calculada para cada pasto a partir da média da MF (médias entre duas datas de amostragem dentro de cada 28 dias) dividido pela PV total dos bezerros durante este período (Sollenberger et al., 2005).

²EP, erro padrão.

Efeito sobre as vacas

Não foi verificado efeito da inclusão de monensina sobre o PVF ($P = 0,67$), GMD ($P = 0,72$), escore de condição corporal inicial (ECCi, $P = 0,15$), e final (ECCf, $P = 0,15$) e para a diferença no ECC ($P = 0,14$) das vacas (Tabela 2).

Tabela 2 – Médias e desvio padrão para peso corporal inicial (PVI) e final (PVF), ganho médio diário (GMD), escore de condição corporal inicial (ECCi) e final (ECCf) e diferença de ECC de vacas mantidas em pastagem de limpograss e suplementadas por *creep-feeding* (400 g/bez/dia) com ou sem (controle) monensina (20mg/kg do consumo total de MS)

Variável resposta	Tratamento		EP ¹	Valor de P
	Controle	Monensina		
PVI, kg	472	471	-	-
PVF, kg	500	509	6,1	0,67
GMD, kg	0,26	0,32	0,1	0,72
ECCi, pontos	4,8	5,3	0,2	0,15
ECCf, pontos	4,9	5,2	0,1	0,15
Diferença	-0,2	0,09	0,1	0,14

¹EP, Erro padrão.

Efeito sobre os bezerros

Não houve efeito da inclusão de monensina no *creep-feeding* sobre o PVF ($P = 0,85$) e GMD ($P = 0,88$) dos bezerros (Tabela 3). A inclusão de monensina no *creep-feeding* não teve influência sobre a contagem de ovos coccídeos ($P = 0,99$) nas fezes dos bezerros (Tabela 3).

Tabela 3 – Médias e erro padrão do peso corporal inicial (PVI) e final (PVF), ganho médio diário (GMD) e contagem de ovos coccídeos de bezerros recebendo suplementação em sistema *creep-feeding* (400 g/dia) recebendo ou não (controle) monensina (20 mg/kg do consumo de matéria seca total) mantidos em pastagem de limpograss

Variável resposta	Tratamento		EP ¹	Valor de P
	Controle	Monensina		
PVI, kg	154,2	154,3	-	-
PVF, kg	241,6	242,7	2,5	0,85
GMD ² , kg	0,77	0,78	0,04	0,88
Coccídeos ³ , contagem de ovos/g de fezes	0,18	0,19	0,08	0,99

¹ EP, erro padrão.

² Calculado usando peso corporal cheio avaliado a cada 28 dias.

³ Contagem de ovos coccídeos (contagem de ovos observado + 1) de cada bezerro foi transformado antes das análises estatística e descrito como \log_{10} (Martins et al. 2016).

Efeito da inclusão de monensina no *creep-feeding* não foi verificado para os parâmetros sanguíneos NUP ($P=0,21$), glicose ($P=0,18$), insulina ($P=0,95$) e IGF-1 ($P=0,27$) avaliada nos bezerros (Tabela 4).

Tabela 4 – Médias e erro padrão das concentrações plasmáticas de glicose, nitrogênio ureico no plasma (NUP), insulina, e IGF-1 de bezerros recebendo suplementação em sistema *creep-feeding* (400 g/bez/dia) recebendo ou não (controle) monensina (20 mg/kg do consumo de matéria seca total) mantidos em pastagem de limpograss

Variável resposta	Tratamento		EP ¹	Valor de <i>P</i>
	Controle	Monensina		
NUP ² , mg/dL	13,0	11,9	0,58	0,21
Glicose, mg/dL	103,0	93,6	4,3	0,18
Insulina, μ IU/mL	13,4	13,5	1,7	0,95
IGF-1, ng/mL	71,5	65,9	3,2	0,27

¹ EP, erro padrão.

Houve efeito ($P=0,0002$) da inclusão de monensina no *creep-feeding* sobre a proporção do tempo dispendido para o consumo do concentrado nas primeiras 13 horas após a oferta do suplemento (Figura 1).

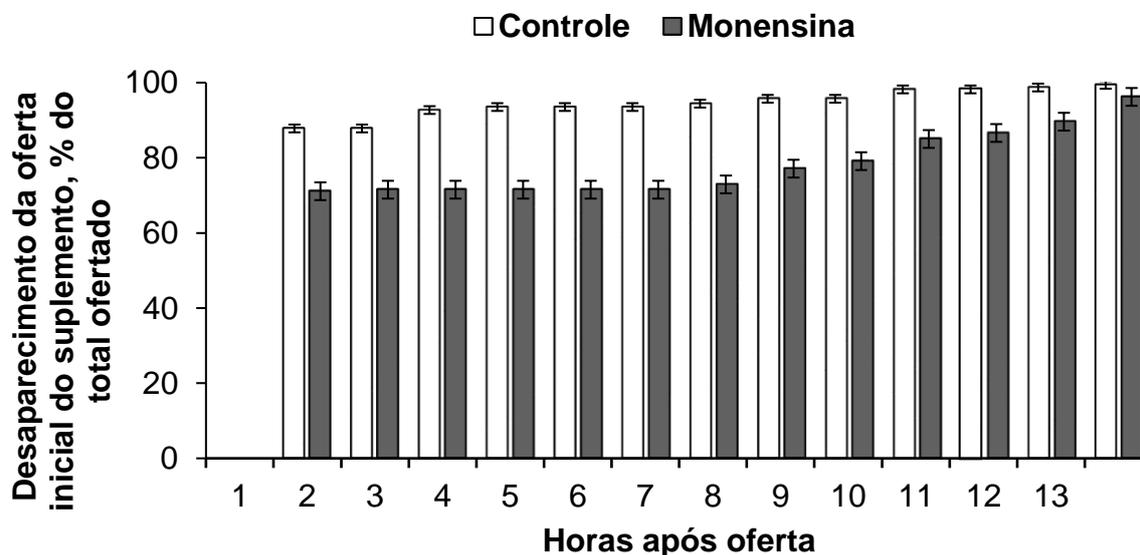


Figura 1 – Desaparecimento da oferta inicial de concentrado (% do total) de monensina de bezerros recebendo suplementação via *creep-feeding* (400 g/bez/dia) recebendo monensina (20 mg/kg do consumo de matéria seca total) ou não (controle).

Animais do tratamento *creep-feeding* com inclusão de monensina gastaram mais tempo para consumir o concentrado em relação ao tratamento controle (78 vs 95%) nas primeiras 13 horas após a oferta do suplemento.

4 DISCUSSÃO

A inclusão de monensina no *creep-feeding* não teve efeito sobre OF, PB e DIVMO. Um dos fatores que poderia influenciar essas variáveis seria o consumo de matéria seca de forragem (MERTENS, 2009; VENDRAMINI; MORIEL, 2018). Como não foi observado efeito da inclusão de monensina comparado ao tratamento controle, pode-se inferir que o consumo de forragem tenha sido semelhante entre os bezerros controle vs. monensina. Adicionalmente, os tratamentos foram oferecidos apenas para os bezerros, os quais têm menor participação no pastejo em relação as vacas, e tal fato também pode ter contribuído para que não fosse detectado diferença nos parâmetros de forragem avaliados.

Por outro lado, as variáveis do pasto foram influenciadas em função dos diferentes meses de estudo. Os pastos foram fertilizados antes do início do experimento e isso contribuiu com a maior MF observada no mês de Abril e Maio. A consequente diminuição da MF a partir de Junho ocorreu devido ao excesso de chuva que é característico da região nesse período e que ocasiona alagamento das pastagens devido o solo não ter boa drenagem.

Como a lotação foi fixa e a variação no PV dos animais durante o experimento foi relativamente pequena, a diminuição na MF provavelmente foi o principal fator que influenciou a OF ao longo do experimento. Em Junho, Julho, e Agosto, a OF de forragem foi de 1,0, 0,9 e 1,0 kg de MS/kg PV, respectivamente. Fike et al. (2003) comentam que OF abaixo de 1,0 kg MS/kg de PV pode resultar em redução do desempenho, principalmente sobre o GMD (SOLLENBERGER et al., 2005). Adicionalmente, Vendramini et al. (2006) observaram correlação linear ($r^2=0,91$) entre OF e GMD em estudo com bezerros mantidos em pastagem de inverno. No presente estudo a baixa OF pode ter contribuído para a pouca variação observada no desempenho das vacas, uma vez que estas estavam sendo alimentadas exclusivamente da pastagem.

Em Julho e Agosto, as proporções de PB e DIVMO na forragem também reduziram. Nesses meses, os pastos apresentaram teores de PB e DIVMO de 106 e 100 g/kg e 503 e 502 g/kg, respectivamente. A redução da DIVMO que ocorreu de Abril (598 g/kg) para Maio (510 g/kg) pode ter sido devido ao pastejo realizado do extrato superior do dossel (parte com maior proporção de folhas e maior digestibilidade) no primeiro mês de avaliação. Em Junho, a rebrota dos perfilhos foi provavelmente a principal causa para o aumento da DIVMO (564 g/kg) em relação a Maio. Isso ocorre porque perfilhos mais novos apresentam maior digestibilidade em relação a perfilhos mais velhos (SOLLENBERGER et al., 2012). Contudo, a subsequente redução da PB e DIVMO em Julho e Agosto ocorreu provavelmente pela redução do número de folhas da forragem e ainda em função das condições de alagamento em que se encontravam as pastagens devido ao grande volume de chuvas nesse período.

Desempenho vaca

A suplementação de bezerros em *creep-feeding* com ou sem monensina não alterou o desempenho das vacas, o que era esperado pelo fato de que mesmo recebendo concentrado, bezerros lactentes geralmente não alteram o consumo de leiteiros (MORIEL et al., 2017). Portanto, nesta situação é esperado que as vacas apresentem exigência nutricional semelhante e que mudanças no desempenho estariam mais relacionadas a fatores inerentes à pastagem do que com a suplementação dos bezerros. Os resultados encontrados para o desempenho das vacas no presente estudo estão de acordo com Moriel e Arthington (2013a), que também não detectaram diferença no GMD e PV de vacas que tiveram seus bezerros suplementados com até 0,18 kg/dia em sistema *creep-feeding* por aproximadamente 100 dias antes do desmame. Da mesma forma, Vendramini et al. (2012) não observaram diferença sobre o GMD de vacas quando os bezerros receberam 1% do PV de suplementação concentrada.

Desempenho bezerro

A ausência de efeito da inclusão da monensina no *creep-feeding* para bezerros sobre as variáveis de parâmetros sanguíneos e contagem de ovos coccídeos corroboram com a ausência de efeito de tratamento observada no desempenho dos bezerros. Um dos principais efeitos da monensina no metabolismo animal está

relacionado ao aumento da eficiência energética no rúmen (GOODRICH et al., 1984), aumento da proporção molar de propionato e diminuição da quantidade de metano produzido pelas bactérias ruminais (RUSSEL, 1987; GUAN et al., 2006). A monensina atua na seleção de bactérias gram-negativas, inibindo o crescimento de bactérias gram-positivas através da alteração do fluxo iônico das membranas celulares e eliminação de gradientes de cátions e prótons necessários para o correto funcionamento do sistema de transporte primário das células (BERGEN; BATES 1994).

As bactérias gram-negativas são as principais responsáveis pela produção de ácido propiônico e dependem da presença de carboidratos não estruturais como fonte de substrato para a produção de energia. Em situações de ofertas baixa de concentrado, como foi o caso do presente estudo (400 g/dia; 0,2% PV), a quantidade de carboidratos não estruturais fornecida via concentrado no rúmen pode não ter sido suficiente para que a monensina exercesse sua função seletiva na microbiota ruminal com consequente aumento na produção de propionato (ROWE et al., 1991). Através do mecanismo do aumento da produção de propionato proporcionado pela presença de monensina em dietas com nível elevado de concentrado, pode ocorrer maior disponibilidade de energia para o animal, verificado por meio do aumento dos níveis de glicose (DUFFIELD et al., 2012), insulina e IGF-1 no plasma. Entretanto, a quantidade de concentrado ofertada no *creep-feeding* neste estudo pode não ter sido suficiente para otimizar o potencial efeito da monensina sobre a produção de propionato no rúmen, bem como sobre a atividade das enzimas proteases e deaminases em função da baixa quantidade de carboidratos não fibrosos disponíveis, já que não foi detectado efeito sobre o desempenho e parâmetros sanguíneos avaliados entre os tratamentos Monensina vs. Controle.

Por outro lado, é sabido que a oferta elevada de concentrado em sistema *creep-feeding* pode acarretar em inviabilidade econômica. Moriel e Arthington (2013b) verificaram que bezerros tratados com *creep-feeding ad libitum* ou nível elevado de suplementação proteica aproximadamente 100 dias antes do desmame apresentaram eficiência de ganho reduzida.

A coccidiose é uma doença parasitária de importância econômica para os ruminantes causada por protozoários do gênero *Eimeria*. Bovinos jovens são os que estão mais susceptíveis a ocorrência dessa doença (STROMBERG et al., 1986), principalmente até os 90 dias de idade (KEETON; NAVARRE, 2018).

Embora fosse esperado que a adição da monensina pudesse proporcionar menor infestação em relação ao tratamento controle, essa hipótese não foi confirmada no estudo. A infestação de coccidiose dos bezerros no início do experimento foi inferior do que a infestação observada no início do estudo realizado por Vendramini et al. (2018), que avaliou a inclusão de monensina na dieta de bezerros desmamado precocemente com elevado nível de suplementação (1 e 2% do PV) em pastagem tropical e verificou menor infestação de coccidiose para o tratamento com monensina. Adicionalmente, os bezerros do presente estudo apresentavam idade média de $151 \pm 13,5$ e não passaram pelo estresse pós-desmame que os bezerros desmamados precocemente passaram no estudo de Vendramini et al. (2018). Tal fato também pode ter contribuído para que não fosse verificado elevada infestação de coccidiose para os bezerros em sistema *creep-feeding* com idade mais avançada, uma vez que esses provavelmente apresentaram menor susceptibilidade em relação aos bezerros de desmama precoce. Vendramini et al. (2015), utilizando novilhas com PV de $345 \pm 7,0$ kg mantidas em pastagem de baixa qualidade e recebendo a mesma quantidade de concentrado (0,4 kg/dia) que a utilizada no presente estudo, observaram que a monensina não teve efeito sobre o GMD dos animais. Nesse estudo, os autores comentaram que a ausência de efeito provavelmente ocorreu devido à pouca oferta de concentrado associado a forragem de baixa qualidade que, por sua vez, não devem ter sido suficientes para promover mudanças no perfil de fermentação ruminal. Entretanto, trabalhos que avaliaram o efeito da inclusão de monensina para bezerros lactentes recebendo quantidade limitada de concentrado em *creep-feeding* são escassos na literatura.

Os bezerros do tratamento monensina consumiram menor proporção do concentrado em relação ao tratamento controle nas primeiras 13 horas após o fornecimento do suplemento (72 vs 95%), porém sem afetar o desempenho. Semelhante ao presente estudo, Moriel et al. (2018) avaliaram o efeito da adição de monensina em melaço de cana-de-açúcar e farelo de algodão e verificaram menor taxa de desaparecimento do suplemento para o tratamento com monensina em relação ao controle, também com ausência de efeito sobre o desempenho dos animais.

5 CONCLUSÃO

A inclusão de monensina em *creep-feeding* não teve influência sobre o desempenho, parâmetros fisiológicos avaliados no plasma e infestação de ovos coccídeos nas fezes de bezerros da raça Brangus com cinco meses de idade mantidos em pasto de limpograss com baixa qualidade e recebendo quantidade limitada de concentrado proteico (400 g/d de farelo de soja, MS) em *creep-feeding* por 113 dias.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. D., VENDRAMINI, J. M. B., ARTHINGTON, J., SOLLENBERGER, L. E., CAPUTTI, G., SANCHEZ, J. M. D., CUNHA, O. F. R., SILVA, W. L. Limited *creep-feeding* supplementation effects on performance of beef cows and calves grazing limpogross pastures. **Livestock Science**, v.180 p.129-133, 2015. doi.org/10.1016/j.livsci.2015.08.008
- BERGEN, W. G; BATES, D. B. Ionophores: Their Effects on Production Efficiency and Mode of Action. **Journal of Animal Science**, v.58, p.1465-1483, 1984.
- BYERS, F. M., MOXON, A. L. Protein and selenium levels for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.50, p.1137-1143,1980.
- CHEN, G. J., RUSSEL, J. B. Effect of monensin and a protonophore on protein degradation peptide accumulation and deamination by mixed ruminal microorganisms in vitro. **J. Anim. Science**, v.69, p.2196-2203, 1991.
- CREMIN, J. D., FAULKNER, D. B., MERCHEN, N. R., FAHEY, J. C. JR., FERNANDO, R. L., WILLMS, C. L. Digestion criteria in nursing beef calves supplemented with limited levels of protein and energy. **Journal of Animal Science**, v.69, p.1322-1331, 1991
- COOKE, R. F., BOHNERT, D. W., CAPPELLOZZA, B. I., MUELLER, C. J., DELCURTO, T. Effects of temperature and acclimation to handling on reproductive performance of Bos Taurus females. **J. Anim. Science**, v. 90, p.3547-3555, 2012.
- COX, D. D., TODD A. C. Survery of gastrointestinal parasitism in Wisconsin dairy cattle. **J. Anim. Vet. Med. Assoc.** 141:706-709, 1962.
- DUFFIEL, T. F., RABIEE, A. LEAN, I. L. Overview of Meta-Analysis of Monensin in Dairy Cattle. **Vet. Clin Food Animal**, v.28, p.107-119, 2012.
- FIKE, J. H., STAPLEST, C. R., SOLLENBERGER, L. E., MACOON, B., MOORE, J. E. Pasture Forages, Supplementation Rate, and Stocking Rate Effects on Dairy Cow Performance. **J. Dairy Science**, v.86, p.1268-1281, 2003.
- GONZALEZ, M. A., HUSSEY, A., CONROD, B. E. Plant height, disk and capacite meters used to estimate bermudagrass herbage mass. **Agron. Journal**, v.82, p.861-864, 1990.
- GALLAHER, R. N., WELDON, C. O., FUTRAL, J. G. An aluminum block digester for plant and soil analysis. **Soil Sci. Soc Am. J.** 39:803-806, 1975.
- GOODRICH, R. D.; GARRETT, J. E., GAST, D. R., KIRICK, M. A., LARSON, D. A., MEISKE, J. C. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, p.1484-1498, 1984.

- GUAN, H., WITTENBERG, K. M., OMINSKI, K. H., KRAUSE, D. O. Efficacy of ionophores in cattle diets for mitigation of enteric methane. **Journal of Animal Science**, v.84, p.1896-1906, 2006.
- HORTON, G. M. J., MISLEY, P., PITMAN, W. D. Ionophore effects on performance of heifers grazing subtropical grass pasture. **J. Prod. Agric**, v.5, p.77-80, 1992.
- KEETON, S. T. N., NAVARRE, C. B. Coccidiosis in large and small ruminants. **Vet Clin Food Anim**. 34:201-208, 2018.
- KUNKLE, W. E., SAND, R. S., RAE, D. O. Effects of body condition on productivity in beef cattle. **Florida Coop. Ext. Serv. Bull.** SP-144, 1999.
- MARTINS, P. G. M. A., MORIEL, P., CAPUTTI, G. P., VENDRAMINI, J. M. B., ARTHINGTON, J. D. Effects of multiple oral administrations of fenbendazole on growth and fecal nematodes infection of early weaned beef calves grazing perennial, warm-season or annual, cool-season grasses. **Prof. Anim. Sci**, v.33, p.432-439, 2016.
- MORIEL, P., SCATENA, T. S., SÁ FILHO, O. G., COOKE, R. F., VASCONCELOS, J. L. M. Concentrations of progesterone and insulin in serum of non-lactating dairy cows in response to carbohydrate source and processing. **J. Dairy Science**, v.91, p.4616-4621, 2008.
- MORIEL, P., ARTHINGTON, J. D. Effects of trace mineral-fortified, limit-fed pre-weaning supplements on performance of pre and post-weaned beef calves. **J. Anim. Science**, v.91, p.1371-1380, 2013a.
- MORIEL, P., ARTHINGTON, J. D. Effects of molasses-based *creep-feeding* supplementation on growth performance of pre- and post-weaned beef calves. **Livestock Science**, v.151, p.171-178, 2013b.
- MORIEL, P., VENDRAMINI, J. M. B., ARTHINGTON, J., AGUIAR, A. D., CAPUTTI, G. Effects of crude protein level and degradability of limited *creep-feeding* supplements on performance of beef cow-calf pairs grazing limpgrass pastures. **Livestock Science**, v.200, p.1-5, 2017.
- MORIEL, P., VENDRAMINI, J. M. B., CARNELOS, C., PICCOLO, M. B., SILVA DA, H. M. Effects of monensin on growth performance of beef heifers consuming warm-season perennial grass and supplemented with sugarcane molasses. **Tropical Animal Health Production**, 2019. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1693-5>
- MOORE, J. E., MOTT G. O. Recovery of residual organic matter from "in vitro" digestion of forages. **J. Dairy Science**, v 57, p.1258-1259, 1974.
- National Research Council (NRC). **Nutrient Requirements of Beef Cattle**, 7th ed. Natl. Acad. Press, Washington D. C, 1996.
- ROUQUETTE, JR. F. M., GRIFFIN, J. L., RANDEL, R. D., CARROLL, L. H. Effect of monensin on gain and forage utilization by calves grazing bermudagrass. **Journal of Animal Science**, v.51, p.521-525, 1980.

- ROWE, J. B., MURRAY, P. J., GODFREY, S. I. Manipulation of the fermentation and digestion to optimize the use of forage resources for ruminant production. **In: Isotope and related techniques in animal production and health.** International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria, p.83-96, 1991.
- RUSSEL, J. B. 1987. A Proposed Mechanism of Monensin Action in Inhibiting Ruminant Bacterial Growth: Effects on Ion Flux and Protonmotive Force. *Journal of Animal Science.* 64:1519-1525.
- SAS, **Statistics User's Guide.** Release Version 9.2. SAS Inst. Inc., Cary, NC, 2006..
- 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.
- SOLLENBERGER, L. E., OCUMPAUGH, W. E., EUCLIDES, V. P. B., MOORE, J. E., QUESENBERRY, K. H., JONES JR., C. S. Animal performance on continuously stocked 'Pensacola' bahiagrass and 'Floralta' limpograss pasture. **J. Prod. Agric**, v.1, p.216-220, 1988.
- SOLLENBERGER, L.E., C.T. AGOURIDIS, E.S. VANZANT, A.J. FRANZLUEBBERS, AND L.B. OWENS. Prescribed grazing on pasturelands. **In** Nelson, C.J. (ed.) Conservation outcomes from pastureland and hayland practices: Assessment, recommendations, and knowledge gaps. Allen Press, Lawrence, KS, p. 111-204, 2012.
- STROMBERG, B. E., SCHLOTTAUER, J. C., HAMANN, K. J., SAATARA OZ, H., BEMRICK, W. J. Experimental Bovine Coccidiosis: Control with Monensin. **Veterinary Parasitology**, v. 22, p.135-140, 1986.
- TILLEY, J. A., R. A. TERRY. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal. Br. Grassl. Soc**, v.18, p.104-111.
- VENDRAMINI, J. M. B., J. D. SANCHEZ, R. F. COOKE, A. D. AGUIAR, P. MORIEL, W. L. DA SILVA, O. F. R. CUNHA, P. D. S. FERREIRA, A. C. PEREIRA. Stocking rate and monensin supplementation effects on performance of beef cattle consuming warm-season. **J. Anim. Science**, v.93, p.3682-3689, 2015.
- VENDRAMINI, J. M. B., MORIEL, P. 2018a. Forage management and concentrate supplementation effects on performance of beef calves. **Animal Production Science**, v 58, p.1399-1403.
- VENDRAMINI, J. M. B., MORIEL, P., COOKE, R. F., ARTHINGTON, J. D., SILVA DA, H. M., PICCOLO, M. B. SANCHEZ, J. M. D., GOMES, V., CAMPOS, P. A. M.. Effects of monensin inclusion into increasing amount of concentrate on growth and physiological parameters of early-weaned beef calves consuming warm-season grasses. **Journal of Animal Science**, v.96, p. 5112-5123, 2018b.
- VENDRAMINI, J. M. B., SOLLENBERGER, L. E., DUBEUX, JR, J C. B., INTERRANTE, S. M., STEWART, JR., R. L., ARTHINGTON, J. D. Concentrate supplementation effects of forage characteristics and performance of early-

weaned calves grazed rye-ryegrass pastures. **Crop Science**, v.46, p.1595-1600, 2006.

YANG, C. M., RUSSEL, J. B. The effect of monensin supplementation on ruminal ammonia accumulation in vivo and the numbers of amino acid-fermenting bacteria. **J. Anim. Science**, v.71, p.3470-3476, 1993.

CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da oferta de concentrado proteico-energético aditivado com 20 mg de monensina/kg do consumo de matéria seca em pasto de azevém anual (1% do PV) e em pasto de gamínea tropical perene (2% do PV) demonstrou ser eficiente em reduzir a infestação de coccidiose e melhorar o desempenho de bezerros de corte Brangus desmamados precocemente com aproximadamente três meses de idade suplementados por 84 dias. Desta forma a utilização da monensina pode ser uma ferramenta com potencial para melhorar o ganho de peso vivo de bezerros desmamado precocemente em sistema de pastejo no Sul da Flórida.

A monensina não demonstrou benefício sobre o desempenho de crescimento e contagem de ovos coccídeos nas fezes para bezerros Brangus com 5 meses de idade e mantidos em pasto de limpograss com baixa oferta de forragem com oferta limitada de concentrado proteico (400 g/dia de farelo de soja, MS) em sistema *creep-feeding* por 113 dias. No entanto, a contaminação dos bezerros com coccidiose foi limitada durante o período experimental.

ANEXOS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CÂMPUS DE ARAGUAÍNA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL

BR 153, Km 112, Zona Rural | CEP: 77804-970 | Araguaína/TO
(63) 341612-5424 | www.uft.edu.br | pgcat@uft.edu.br



ATA DE DEFESA

Ata de defesa da tese: "EFEITO DA OFERTA DE CONCENTRADO FORTIFICADO COM MONENSINA SOBRE O DESEMPENHO DE BEZERROS DE CORTE EM PASTEJO"- do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical (PPGCat) da Universidade Federal do Tocantins, (UFT) Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMVZ).

As 09h30min do dia 9 de março de 2020- no Auditório do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL- esteve reunida a banca de defesa da doutoranda: RHAIZA ALVES DE OLIVEIRA, constituída pelos seguintes membros: Professor Dr. JOSÉ NEUMAN MIRANDA NEIVA; Professor Dr. JOÃO MAURÍCIO BUENO VENDRAMINI; Professora Dra. FABRÍCIA ROCHA CHAVES MIOTTO; Professor Dr. PHILIFE MORIEL e o Professor Dr. RAYLON PEREIRA MACIEL. Cabe ressaltar e constar em ata de defesa que os Professores: JOÃO MAURÍCIO BUENO VENDRAMINI; Professor Dr. PHILIFE MORIEL e o Professor Dr. RAYLON PEREIRA MACIEL participaram a distância por meio da tecnologia da informação, via internet.

Após finalizar os trabalhos a doutoranda foi Aprovada e os membros presentes assinaram a ata de defesa.

Observações para o doutoranda:

- () Aprovada.
() Reprovada.
() Aprovada com correções a serem conferidas pela banca.
(X) Aprovada com correções a serem conferidas pelo orientador.

MEMBROS DA BANCA	FUNÇÃO PRECÍPUA	ASSINATURAS
JOSÉ NEUMAN MIRANDA NEIVA	Presidente da banca e avaliador	
JOÃO MAURÍCIO BUENO VENDRAMINI	Orientador	Participação a distância de acordo com Resolução do Consepe – UFT N° 09, DE 14 DE MARÇO DE 2018. JOSE NEUMAN MIRANDA NEIVA Presidente da banca e avaliador
FABRÍCIA ROCHA CHAVES MIOTTO	Avaliadora	
PHILIFE MORIEL	Avaliador	Participação a distância de acordo com Resolução do Consepe – UFT N° 09, DE 14 DE MARÇO DE 2018. JOSE NEUMAN MIRANDA NEIVA Presidente da banca e avaliador
RAYLON PEREIRA MACIEL	Avaliador	Participação a distância de acordo com Resolução do Consepe – UFT N° 09, DE 14 DE MARÇO DE 2018. JOSE NEUMAN MIRANDA NEIVA Presidente da banca e avaliador

Prazo para entrega da Tese corrigida: 60 dias



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
SISTEMA DE BIBLIOTECAS UNIVERSITÁRIAS - SISBIB
REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DA UFT (RIUFT)



TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICIZAÇÃO DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES NA
BIBLIOTECA DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS (BDTD/UFT)

IDENTIFICAÇÃO DO TIPO DE MATERIAL

Tese Dissertação Trabalho de conclusão de mestrado Relatório ou trabalho de pós-doutoramento

IDENTIFICAÇÃO DO AUTOR E DO DOCUMENTO

Autor	RHAIZA ALVES DE OLIVEIRA						
RG	6651735	Órgão expedidor	SSP	UF	PA	CPF	010.707.842-22
E-mail	rhaiza.alves@hotmail.com		Telefone	xxxxx		Celular	(63) 9 9277-2510
Campus universitário	Araguaína	Colegiado	xxxxx		Setor	xxxxx	
Orientador	JOÃO MAURÍCIO BUENO VENDRAMINI			Vinculado à IES			
Título	EFEITO DA OFERTA DE CONCENTRADO ADITIVADO COM SOBRE O DESEMPENHO						
Programa/Curso	PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL						
Linha de pesquisa	ALTERNATIVAS ALIMENTARES PARA RUMINANTES						
Instituição responsável pelo programa	UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS						
Data da defesa	09	03	2020	Título obtido	DOUTOR EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL		
Área de conhecimento (Tabela do CNPq)	PRODUÇÃO ANIMAL						
Palavras-chave	BOVINO DE CORTE, DEMAME PRECOCE, EIMERIA, IONÓFORO, SUPLEMENTO						
Agência de fomento	CAPES						

INFORMAÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Este trabalho tem restrições? Sim Não
 Gerará registro de patente? Total Parcial Não
 Pode ser publicado? Total Parcial* Não

Justifique

Em caso de publicação parcial, assinale as permissões

Sumário Capítulos Especifique
 Bibliografia Resultados Páginas específicas

Especificar

Outros segmentos do trabalho

Na qualidade de titular dos direitos de autor do trabalho supracitado, de acordo com a Lei nº 9.610/98, autorizo a Universidade Federal do Tocantins, a disponibilizar sem ressarcimento dos direitos autorais, conforme permissões assinaladas acima, o documento em meio eletrônico, no Repositório Institucional e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações, em formato digital PDF, para fins de leitura, impressão ou download, a partir desta data, em conformidade com a Resolução CONSEPE nº 05/2011.

ARAGUAÍNA, TOCANTINS 02/04/2020 Rhaiza Alves de Oliveira
 Local Data Assinatura do (a) autor (a) ou seu representante legal

Conforme Art. 27º da Resolução CONSEPE nº 05/2011, preencher este Termo em duas vias. Entregar na Secretaria do Programa de Pós-Graduação 01(uma) copia da ultima versão do trabalho impresso aprovado pela banca e assinado pelo orientador e avaliadores e 01 (uma) copia em cd, formato pdf, acompanhado da Ata de defesa e do Termo de autorização, que será encaminhado à Biblioteca do Campus pela Secretaria do Programa de pós-graduação stricto-sensu. A Biblioteca do Campus encaminhará à Coordenação do SISBIB, na Vice-Reitoria, acompanhada dos documentos: ata de defesa e CD com documento digitalizado em pdf e o termo de autorização assinado.

X

COMPROVANTE DE ENTREGA DE DOCUMENTO PARA PUBLICIZAÇÃO NA
BIBLIOTECA DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS (BDTD/UFT)

Campus universitário de ARAGUAÍNA Data

Carimbo e assinatura