

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

CAMILA ANDRESSA SILVA DE OLIVEIRA

**ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO DE FÊMEAS NELORE PRIMÍPARAS E
PLURÍPARAS NO PÓS-PARTO E DE BEZERROS LACTENTES EM PASTAGEM
TROPICAL**

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2022**

CAMILA ANDRESSA SILVA DE OLIVEIRA

**ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO DE FÊMEAS NELORE PRIMÍPARAS E
PLURÍPARAS NO PÓS-PARTO E DE BEZERROS LACTENTES EM PASTAGEM
TROPICAL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

Orientador: Mário Fonseca Paulino

Coorientadoras: Cláudia Batista Sampaio
Luciana Navajas Rennó

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

O48e
2022
Oliveira, Camila Andressa Silva, 1990-
Estratégias de suplementação de fêmeas Nelore primíparas e pluríparas no pós-parto e de bezerros lactentes em pastagem tropical / Camila Andressa Silva Oliveira. – Viçosa, MG, 2022.
1 tese eletrônica (68 f.): il.

Orientador: Mário Fonseca Paulino.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Zootecnia, 2022.

Referências bibliográficas: f.17-19.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2022.723>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Nelore (Bovino) - Nutrição. 2. Nelore (Bovino) - Registros de desempenho. 3. Nelore (Bovino) - Metabolismo. 4. Bezerros. I. Paulino, Mário Fonseca, 1952-. II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

CDD 22. ed. 636.20852

Bibliotecário(a) responsável: Bruna Silva CRB-6/2552

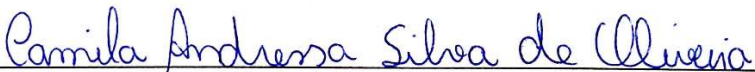
CAMILA ANDRESSA SILVA DE OLIVEIRA

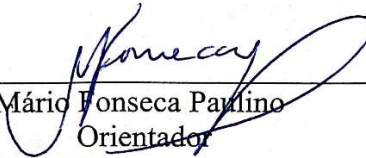
**ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO DE FÊMEAS NELORE PRIMÍPARAS E
PLURÍPARAS NO PÓS-PARTO E DE BEZERROS LACTENTES EM PASTAGEM
TROPICAL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 04 de outubro de 2022.

Assentimento:


Camila Andressa Silva de Oliveira
Autora


Mário Fonseca Paulino
Orientador

Aos meus queridos pais, que me ensinaram desde pequena a valorizar o conhecimento,
dedicar aos estudos e perseverar na vida.

Ao meu querido amigo e eterno estagiário Juarez Júnior da Silva Paiva, por ter literalmente
apostado em mim quando nem eu mesma conseguia.

À minha querida amiga, irmã, secretária, estagiária... Michele Cíntia Silva pelo apoio
incondicional e pela estatística fenomenal.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus: luz que me guia pelos caminhos da vida, sempre segurando minha mão, me erguendo dos tombos, que tanto me fazem crescer.

Aos meus queridos pais Mariazita e Paulo Henrique, e irmã Ana Carolina por tudo, desde os colos até os puxões de orelha, sempre com muito amor! Vocês são meus exemplos de caráter e profissionalismo!

Aos meus avós Firmina, Geraldino, Guiomar e Mário Honorio (*in memoriam*), tios e primos, por serem as bases da minha vida. Amo vocês!

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade.

Ao Professor Mário Fonseca Paulino pela oportunidade e orientação.

Às Professoras Luciana Navajas Rennó e Cláudia Batista Sampaio pela coorientação.

Aos Doutores Aline Gomes da Silva, Deilen Paff Sotelo Moreno, Flávia Adriane de Sales Silva e Sidnei Antônio Lopes pela participação nas bancas de qualificação e defesa e pelas contribuições neste trabalho.

À minha querida psicóloga Eliane Pereira Messias por me dar a mão e guiar pelos caminhos do autoconhecimento, aceitação e evolução. Muito obrigada!

À minha grande amiga e parceira M. Sc. Michele Cíntia Silva por ter trilhado minha vida e meus experimentos pelos tenebrosos caminhos da estatística com maestria e muita paciência. Serei eternamente grata pelos ensinamentos e pelo trabalho árduo, que me ajudaram a chegar à conclusão deste trabalho.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal Srs. Matheus, Mário Julião, Mario Pereira, Monteiro e Plínio (*in memoriam*) pelos ensinamentos e colaboração nas análises laboratoriais e pelo convívio agradável.

Aos Estagiários Queridos Juarez, Michele, Kamilla, Flávia, Helisa, Maria Paula, Biana, Stéfany, Marcelo, Luciana, Gustavo, Luiz Felipe, Júlia, Marta, Pedro, Maria Eduarda, Karina, Mateus, Isabella, Ana Flores, Artur, Karine, Talles, Pedro Henrique, Gabriele, Júlia, Nicole, Wagner, Maria Tereza, Washington, Ana Paula, Giovanna, Giuliana, Gabriel. Sou grata a cada um de vocês, não só pela grande ajuda ao longo do experimento e das análises laboratoriais, mas pelos ensinamentos e amizade.

À equipe da UEPE- Gado de Corte pelo grande auxílio na condução do experimento, em especial ao Neco, Nourival e Marcelino pela paciência e pelos grandes ensinamentos; e ao meu amigo Matheus Felli de Lana Ferreira pela disposição irrestrita às minhas dúvidas

infinitas.

Às minhas amigas Ariana, Josiane, Viviane, Thaís, Mariana e Michele por todos os momentos compartilhados, e principalmente por entenderem que alguns momentos que não foram possíveis de serem compartilhados. Nem o tempo e a distância serão capazes de nos afastar.

Ao meu querido Vítor Guilherme de Souza Pereira pelos momentos vividos, pelo incentivo e paciência infinita na pandemia. Você é meu exemplo de dedicação, estudo interessado e pesquisa de excelência.

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

Enfim, a todos aqueles que não estão nominalmente citados, mas que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando. Obrigada pelo carinho, força constante e por todos os momentos compartilhados!

Meu muito obrigada!

“Se caíste, ergue-te e anda. Caminha para frente.
Regressa aos teus deveres e esforça-te a cumpri-los.
Ora, pedindo a Deus mais força para a marcha.
Muitas vezes a queda é uma lição de vida.
Quem cai sente do valor do perdão aos caídos.
O futuro te espera... Segue e confia em Deus!”

(Francisco Cândido Xavier pelo Espírito de Emmanuel)

RESUMO

OLIVEIRA, Camila Andressa Silva, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2022. **Estratégias de suplementação de fêmeas Nelore primíparas e pluríparas no pós-parto e de bezerros lactentes em pastagem tropical.** Orientador: Mário Fonseca Paulino. Coorientadoras: Cláudia Batista Sampaio e Luciana Navajas Rennó.

Esta pesquisa foi realizada a partir de dois experimentos com matrizes e bezerros Nelore submetidos a diferentes estratégias de suplementação. No primeiro capítulo objetivou-se avaliar o efeito da suplementação no pós-parto sobre a resposta produtiva e status metabólico de pluríparas e primíparas Nelore em pastagem tropical. Foram utilizadas 24 pluríparas e 16 primíparas com peso corporal $523 \pm 24,0$ kg e $429 \pm 40,9$ kg, respectivamente. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2×2 , onde foram avaliadas duas estratégias de suplementação, não suplementadas (N) e suplementadas (S); e duas ordens de parto; primíparas (P1) e pluríparas (P2). Houve efeito de interação ($P < 0,01$) entre a suplementação e a ordem de parto, sendo mais leves as P1N, porém não houve efeito sobre o escore de condição corporal ($P > 0,10$). As pluríparas produziram mais leite, com maior concentração de gordura e sólidos totais. As matrizes suplementadas apresentaram leite com maior teor de lactose e menor de proteínas. Houve efeito de interação entre suplementação e ordem de parto ($P < 0,04$) para as concentrações de albumina. Os animais suplementados tiveram maiores concentrações de NEFA e IFG-1, e menores concentrações de CT e LDL ($P < 0,01$). As pluríparas apresentaram maiores concentrações ($P < 0,01$) de globulinas, triglicerídeos e VLDL. Houve efeito de interação entre dia de avaliação e ordem de parto ($P < 0,02$) para NEFA. A suplementação levou a um melhor status nutricional das matrizes de ambas as ordens de parto. No entanto, as primíparas tiveram maior potencial de resposta à suplementação múltipla. No segundo capítulo objetivou-se avaliar o efeito de estratégias de suplementação sob o desempenho, características nutricionais e metabólicas de bezerros de corte lactentes e suas mães em pastagem tropical. Foram utilizados 50 bezerros Nelore, em fase de amamentação, com média de $108 \pm 16,5$ kg de peso corporal inicial (PC). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Os tratamentos foram: C- controle fornecimento apenas de mistura mineral pelos 160 dias; MM- suplemento 1 pelos 160 dias; TT- suplemento 2 pelos 160 dias; MT- suplemento 1 nos primeiros 80 dias e suplemento 2 nos 80 dias seguintes; TM- suplemento 2 nos primeiros 80 dias e suplemento 1 nos 80 dias seguintes. Houve efeito da suplementação no consumo e digestibilidade de PB e na relação PB:MOD ($P \leq 0,03$). Houve efeito ($P < 0,01$) para o consumo de compostos nitrogenados, excreção de NUU. Houve efeito da suplementação

($P \leq 0,03$) sobre o consumo em relação ao peso corporal de MS e MSF. Foi verificado o efeito da suplementação para GMD e PCf, tendo os bezerros suplementados apresentado maior GMD e PCf ($P \leq 0,01$), mas não houve diferença entre os tratamentos que receberam suplementação. A suplementação não interferiu ($P > 0,78$) no GMD, PC, ECC, produção e composição do leite das matrizes. Houve efeito nos níveis plasmáticos de glicose, mas não interferiu nas concentrações sanguíneas de IGF-1. A suplementação de bezerros de corte lactentes possibilita ganhos de peso adicionais, sendo tanto à base de fubá de milho e farelo de soja, quanto à base de farelo de trigo e ureia.

Palavras-chave: Desempenho. Cria. Perfil Metabólico. Nutrição De Ruminantes. IGF-1.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Camila Andressa Silva, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, October, 2022. **Supplementation strategies of primiparous and multiparous Nellore cows in the postpartum period and of suckling calves in tropical pasture.** Adviser: Mário Fonseca Paulino. Co-advisers: Cláudia Batista Sampaio and Luciana Navajas Rennó.

This research was carried out from two experiments with Nellore dams and calves submitted to different supplementation strategies. The first chapter aimed to evaluate the effect of postpartum supplementation on the productive response and metabolic status of multiparous and primiparous Nellore in tropical pastures. Twenty-four multiparous and 16 primiparous with body weight of 523 ± 24.0 kg and 429 ± 40.9 kg, respectively, were used. The experimental design was completely randomized, in a 2x2 factorial scheme, where two supplementation strategies were evaluated, non-supplemented (N) and supplemented (S); and two birth orders; primiparous (P1) and multiparous (P2). There was an interaction effect ($P < 0.01$) between supplementation and calving order, with P1N being lighter, but there was no effect on the body condition score ($P > 0.10$). Multiparous women produced more milk, with a higher concentration of fat and total solids. The supplemented sows had milk with higher lactose and lower protein content. There was an interaction effect between supplementation and calving order ($P < 0.04$) for albumin concentrations. The supplemented animals had higher concentrations of NEFA and IFG-1, and lower concentrations of CT and LDL ($P < 0.01$). Multiparous women had higher concentrations ($P < 0.01$) of globulins, triglycerides and VLDL. There was an interaction effect between assessment day and calving order ($P < 0.02$) for NEFA. Supplementation led to a better nutritional status of sows of both parity orders. However, primiparous women had a greater potential to respond to multiple supplementation. The second chapter aimed to evaluate the effects of supplementation strategies on the performance, nutritional and metabolic characteristics of suckling beef calves and their mothers on tropical pastures. Fifty Nellore calves were used, in the lactation phase, with an average of 108 ± 16.5 kg of initial body weight (BW). The experimental design was completely randomized. The treatments were: C- control supplying only mineral mixture for 160 days; MM- supplement 1 for 160 days; TT- supplement 2 for 160 days; MT- supplement 1 in the first 80 days and supplement 2 in the following 80 days; TM- supplement 2 in the first 80 days and supplement 1 in the following 80 days. There was an effect of supplementation on CP intake and digestibility and on the CP:MOD ratio ($P \leq 0.03$). There was an effect ($P < 0.01$) for the consumption of nitrogen compounds, excretion of NUU. There was an effect of supplementation ($P \leq 0.03$) on consumption in relation to body

weight of MS and MSF. The effect of supplementation for ADG and BW was verified, with the supplemented calves showing higher ADG and BW ($P \leq 0.01$), but there was no difference between the treatments that received supplementation. Supplementation did not interfere ($P > 0.78$) on ADG, BW, ECC, milk production and composition of the sows. There was an effect on plasma glucose levels, but it did not affect blood concentrations of IGF-1. Supplementation of suckling beef calves allows additional weight gains, being either based on cornmeal and soybean meal, or based on wheat bran and urea.

Keywords: Performance. Pre-Weaning. Metabolic Profile. Ruminant Nutrition. IGF-1.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	12
REFERÊNCIAS	14
CAPÍTULO 1 - EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO NO DESEMPENHO E METABOLISMO PÓS-PARTO DE PRIMÍPARAS E PLURÍPARAS NELORE EM PASTAGEM TROPICAL	18
1. INTRODUÇÃO	21
2. MATERIAL E MÉTODOS	22
3. RESULTADOS	26
4. DISCUSSÃO	38
5. CONCLUSÃO	41
REFERÊNCIAS	41
CAPÍTULO 2 - ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO À BASE DE FARELO DE TRIGO E UREIA PARA BEZERROS DE CORTE LACTANTES EM CREEP-FEEDING	46
RESUMO	46
ABSTRACT	48
1. INTRODUÇÃO	49
2. MATERIAL E MÉTODOS	50
3. RESULTADOS	55
4. DISCUSSÃO	61
5. CONCLUSÃO	64
REFERÊNCIAS	65

INTRODUÇÃO GERAL

O desempenho de bovinos de corte a pasto em condições tropicais depende das características da forragem, todavia esta pode não corresponder a uma dieta equilibrada por conter limitações nutricionais que restringem o consumo, a digestão e a metabolização dos nutrientes provindos do pasto (DETMANN *et al.*, 2017). O desempenho reprodutivo de bovinos de corte pode ser afetado por diversos fatores dentre os quais a nutrição talvez seja o componente que ocasione maior impacto (WETTEMANN *et al.*, 2003).

A suplementação dos animais em pastejo é uma prática que pode ser adotada a fim de melhorar o desempenho animal, podendo auxiliar na manutenção de condição corporal das vacas no período pós-parto e, como efeito, melhorar o desempenho produtivo e reprodutivo (LOPES *et al.*, 2016).

Sendo o par vaca-bezerro a base dos sistemas de carne bovina, é de grande interesse entender as estratégias nutricionais aplicadas à prole que possam melhorar o desempenho das matrizes (SILVA *et al.*, 2016), assim como o manejo nutricional adequado das próprias matrizes que possam impactar nos índices produtivos do sistema como um todo por proporcionar maiores taxas de prenhez, taxa de serviço, porcentagem de bezerros desmamados e redução no intervalo entre partos.

A atividade reprodutiva é influenciada pelo fornecimento de nutrientes necessários no processo de ovulação, fertilização, sobrevivência e desenvolvimento embrionário (VASCONCELOS *et al.*, 1999). O desempenho reprodutivo das vacas de corte está diretamente associado às características produtivas, como o peso corporal e escore de condição corporal (ECC) (SELK *et al.*, 1988; MORRISON *et al.*, 1999). O ganho ou manutenção do peso corporal e do ECC são necessários para o retorno do ciclo estral após o anestro naturalmente induzido pelo baixo consumo de alimentos e as alterações hormonais do pós-parto (RICHARDS *et al.*, 1989). No entanto, estima-se que 50% das vacas de corte em sistemas extensivos não recebam manejo nutricional adequado (MADUREIRA *et al.*, 2014), sendo a nutrição fator de primeira atenção no pós-parto por gerar impactos indiretos na circulação de hormônios e metabólitos que são necessários aos processos reprodutivos (ROBINSON *et al.*, 2006).

Neste contexto, a suplementação proteico-energética pode ser vantajosa, se não essencial, para vacas lactantes em pastagens, principalmente naquelas compostas por forrageiras tropicais e subtropicais (MAAS, 1987; MOORE *et al.*, 1991), permitindo a redução dos longos intervalos entre partos e aumento da taxa de concepção (SANTOS e AMSTALDEN,

1998; LOOPER *et al.*, 2003; PESCARA *et al.*, 2010).

A avaliação de ECC é uma forma prática de indicar o que está acontecendo com o metabolismo animal, sendo de suma importância por avaliar de forma indireta outros parâmetros como a formação de ácidos graxos não esterificados (NEFA), oriundos da mobilização do tecido adiposo, que ocorre principalmente em condições de balanço energético negativo (CALDEIRA, 2005). Por serem fontes prontamente disponíveis de combustível metabólico, o metabolismo desses ácidos graxos no sangue é dinâmico (PALMQUIST e MATTOS, 2011), podendo refletir a condição nutricional em que o animal se encontra.

Trabalhando com vacas de corte com escores de condição corporal alto (6) e baixo (4) Bohnert *et al.* (2013) concluíram que animais com alto ECC tiveram bezerros mais pesados e com menor taxa de mortalidade, bem como maior taxa de prenhez em comparação com animais com baixo ECC.

Primíparas com baixo ECC podem responder positivamente ao aumento da ingestão de nutrientes via suplementação no período pós-parto, com melhora no desempenho reprodutivo subsequente (RICHARDS *et al.*, 1986; SPITZER *et al.*, 1995). Em estudo realizado por Vizcarra *et al.* (1998), o fornecimento de suplemento energético para primíparas no pós-parto levou a um encurtamento de cerca de 20 dias no intervalo do parto à primeira ovulação, indicando retomada mais precoce da ciclicidade pós-parto. Adicionalmente, em recente trabalho conduzido por Ferreira *et al.* (2021), foram relatadas alterações metabólicas de diferentes magnitudes entre as categorias primíparas, secundíparas e múltiparas, sendo os indicadores de status nutricional (proteína total, albumina, globulinas, ureia e IGF-1) diretamente influenciados pela ordem de parto, indicando que esta é a categoria mais susceptível às alterações nutricionais e metabólicas esperadas no periparto, necessitando, portanto, de especial atenção nutricional.

O baixo número de bezerros desmamados em relação ao número de vacas acasaladas é um gargalo no setor de pecuária de corte. Atualmente, o setor pecuário produz cerca de 53,3 milhões de bezerros por ano no Brasil, mas tem-se 61,3 milhões de vacas (USDA, 2022). Dessa forma, o objetivo teórico seria produzir e desmamar um bezerro por vaca anualmente para obter uma produção satisfatória (GOTTSCHALL, 2008).

O desmame de bezerros mais pesados pode viabilizar o abate de machos e o acasalamento de novilhas com idade inferior a 16 meses (PAULINO *et al.*, 2012). Nos trópicos, os partos se concentram antes do início do período das chuvas e os bezerros permanecem com as suas mães durante o período das águas e o período de transição águas/seca. Nesta fase de crescimento dos bezerros há grande potencial de se obter maiores taxas de ganho de peso por

maior eficiência alimentar.

Ao longo do período de cria os bezerros tornam-se ruminantes, e as mudanças no seu sistema digestivo alteram as necessidades de proteína que se tornam proporcionalmente maiores do que suas exigências energéticas em função do menor acúmulo de gordura e da alta deposição de tecido muscular característicos desta fase do crescimento corporal (ØRSKOV, 1987). Além disso, à medida em que se avança no período de cria, há uma redução da disponibilidade de nutrientes disponíveis aos bezerros, uma vez que a produção de leite da vaca diminui após o pico de lactação, coincidindo com uma redução natural da qualidade do pasto no período de transição águas-seca, caracterizado pela menor incidência de chuvas, reduzindo o crescimento e qualidade da forragem, afetando o desempenho dos animais, uma vez que a disponibilidade de nutrientes do leite e do pasto pode não ser suficiente para atender às demandas do animal (PORTO *et al.*, 2009).

Os sistemas de creep-feeding têm sido usados tradicionalmente para aumentar ingestão de nutrientes, otimizar o ganho de peso e aumentar o peso ao desmame (VALENTE *et al.*, 2012; ALMEIDA *et al.*, 2018; CARVALHO *et al.*, 2019). Contudo, ainda não está claro como a ingestão de suplementos pelos bezerros pode influenciar não só nos índices pré-desmame, como ter efeitos indiretos na vaca, no seu peso corporal, produção de leite e na futura reprodução. Alguns autores relataram que o creep-feeding pode reduzir a produção de leite e, conseqüentemente, melhorar desempenho das vacas (KRESS *et al.*, 1990; FORDYCE *et al.*, 1996; HENRIQUES *et al.*, 2011), enquanto outros declararam não haver interação entre a suplementação dos bezerros e o desempenho de suas mães (VALENTE *et al.*, 2012; VALENTE *et al.*, 2013; MORIEL e ARTHINGTON, 2013).

Em síntese, a suplementação múltipla busca adequar a oferta de nutrientes e status nutricional, desenvolvendo estratégias que permitam diminuir ou eliminar as deficiências nutricionais da alimentação à base de forrageiras tropicais através da suplementação, uma vez que o *input* de nutrientes, especialmente proteico-energéticos, otimiza o consumo e digestibilidade do pasto, particularmente para matrizes e seus bezerros de corte (PAULINO *et al.*, 2008).

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D. M. et al. Estimation of daily milk yield of Nellore cows grazing tropical pastures. **Tropical Animal Health and Production**. v. 50, n. 8, p. 1771-1777. 2018.
- BOHNERT, D. W. *et al.* Late gestation supplementation of beef cows differing in BCS: Effects

on cow and calf performance. **Journal of Animal Science**. v.91, n.11, p.5485-5491. 2013.

CALDEIRA, R.M. Monitorização da adequação do plano alimentar e do estado nutricional em ovelhas. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**. v.100, p.125- 139. 2005.

CARVALHO, V. V. *et al.* 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.

FERREIRA, M. F. L. *et al.* Effects of Parity Order on Performance, Metabolic, and Hormonal Parameters of Grazing Beef Cows During Pre-calving and Lactation Periods. **BMC Veterinary Research**. v. 17, n. 1, p. 1-15. 2021.

FORDYCE, J.; COOPER, N. J.; KENDALL, I. E. Creep-feeding and prepartum supplementation effects on growth and fertility of Brahman-cross cattle in the dry tropics. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. v. 36, n. 4, p. 389–395. 1996.

GOTTSCHALL C. S. Indicadores de Produtividade em Rebanhos de Bovinos de Corte e Leite. **Bovinocultura – PROMEVET – Programa de Atualização em Medicina Veterinária. Artmed/ Panamericana Editora Ltda.** 1 ed. Porto Alegre. v. 1, p. 11-49. 2008.

HENRIQUES, L.T., *et al.* Evaluation of non-linear models and the effects of primiparous cows and calved intake on the lactation curve of Nellore cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 40, 1287–1295. 2011.

KRESS, D. D.; DOORNBOS, D. E.; ANDERSON, D.C. Performance of crosses among Hereford, Angus and Simmental cattle with diferente levels of Simmental breeding: V. Calf production, milk production and reproduction of three to eight year old dams. **Journal of Animal Science**. v. 68, n. 7, p. 1910–1921. 1990.

LOOPER, M. L.; LENTS, C. A.; WETTEMANN, R. P. Body condition at parturition and postpartum weight changes do not influence the incidence of short-lived corpora lutea in postpartum beef cows. **Journal of Animal Science**. v. 81, n. 10, p. 2390–2394. 2003.

LOPES, S. A. *et al.* 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. 2016.

LOPES, S. A. *et al.* Evaluation of nonlinear models to predict milk yield and composition of beef cows: a meta-analysis. **Animal Feed Science and Technology**. v. 294, p. 115455. 2022.

MAAS, J. Relationship between nutrition and reproduction in beef cattle. **The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice**. v. 3, n. 3, p. 633–646. 1987.

MOORE, J. E.; KUNKLE, W. E.; BROWN, W. F. Forage quality and the need for protein and energy supplements. **Florida Beef Cattle Short Course**. v. 40, p. 113-123. 1991.

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, n. 2–3, p. 171–178. 2013.

MORRISON, D. G.; SPITZER, J. C.; PERKINS, J. L. Influence of prepartum body condition score change on reproduction in multiparous beef cows calving in moderate body condition. **Journal of Animal Science**. v. 77, n. 5, p. 1048–1054. 1999.

ØRSKOV, E.; REID, G.; TAIT, C. Effect of fish meal on the mobilization of body energy in dairy cows. **Animal Science**. v. 45, n. 3, p. 345-348. 1987.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. Metabolismo de lipídios. *In*: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, cap.10, p.299-322. 2011.

PESCARA, J. B. *et al.* Effects of finely ground corn intake after fixed-time artificial insemination on serum progesterone concentrations and conception rates of grazing beef cows. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 62, p. 130–135. 2010.

PORTO, M. O. *et al.* Energy sources in multiple supplements for Nelore calves in creep-feeding: productive performance, intake and digestibility of nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 38, n. 7, p. 1329–1339. 2009.

RICHARDS, M. W.; SPITZER, J. C.; WARNER, M. B. Effect of varying levels of postpartum nutrition and body condition at calving on subsequent reproductive performance in beef cattle. **Journal of Animal Science**. v. 62, p. 300-306. 1986.

RICHARDS, M. W.; WETTEMANN, R.P.; SCHOENEMANN, H. M. Nutritional anestrus in beef cows: Body weight change, body condition, luteinizing hormone in serum and ovarian activity. **Journal of Animal Science**. v. 67, n. 6, p. 1520-1526. 1989.

ROBINSON, J. J. *et al.* Nutrition and fertility in ruminant livestock. **Animal Feed Science Technology**. v. 126, n. 3-4, p. 256-276. 2006.

SANTOS, J. E. P.; AMSTALDEN, M. Effects of nutrition on bovine reproduction. **Arquivo da Faculdade de Veterinária UFRGS**. v. 26, n. 1. 1998.

SELK, G. E. *et al.* Relationships among weight change, body condition and reproductive performance of range beef cows. **Journal of Animal Science**. v. 66, n. 12, p. 3153–3159. 1988.

SILVA, A. G. *et al.* Weight, body condition, milk production, and metabolism of Nelore cows when their calves are submitted to different supplementation levels. **Tropical Animal Health and Production**. v. 49, n. 2, p. 383-387. 2017.

SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DE CORTE, 11., INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF BEEF CATTLE PRODUCTION, 6., 2017, Lavras. **Anais [...]** Lavras: DZO-UFLA, 2017. p. 43-72. Tema: Nutrição de bovinos de corte sob sistema de pastejo com foco na eficiência de utilização de nitrogênio.

SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6., INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF BEEF CATTLE PRODUCTION, 2., 2008, Viçosa. **Anais [...]** Viçosa: SIMCORTE, 2008. p. 275-306. Tema: Bovinocultura funcional nos trópicos.

SIMPOSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 8., INTERNATIONAL SYMPOSIUM

OF BEEG CATTLE PRODUCTION, 4., 2012, Viçosa. **Anais [...]** Viçosa: SIMCORTE, 2012. p. 183-196. Tema: Bovinocultura de alto desempenho com sustentabilidade.

SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 9., INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF BEEG CATTLE PRODUCTION, 5., 2014, Viçosa. **Anais [...]** Viçosa: SIMCORTE, 2014. p. 367-400. Tema: Análise crítica de fatores que interferem na fertilidade de vacas zebuínas.

SPITZER, J. C. *et al.* Reproductive responses and calf birth and weaning weights as affected by body condition at parturition and postpartum weight gain in primiparous beef cows. **Journal of Animal Science**. v. 73, n. 5, p. 1251-1257. 1995.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **USDA**. 2022. Livestock and Products Semi-annual. Disponível em: usdabrazil.org.br/relatórios. Acesso em: 07/09/2022.

VALENTE, E. E. L. *et al.* Effect of calves supplementation on performance, nutritional and behavioral characteristics of their dams. **Tropical Animal Health and Production**. v. 45, n. 2, p. 487-495. 2013.

VALENTE, E. E. L. *et al.* Strategies of supplementation of female suckling calves and nutrition parameters of beef cows on tropical pasture. **Tropical Animal Health and Production**. v. 44, n. 7, p. 1803-1811. 2012.

VASCONCELOS J. L. *et al.* Synchronization rate, size of the ovulatory follicle, and pregnancy rate after synchronization of ovulation beginning on different days of the estrous cycle in lactating dairy cows. **Theriogenology**. v. 52, n. 6, p. 1067-78. 1999.

VIZCARRA, J. A.; WETTEMANN, R. P.; SPITZER, J. C.; MORRISON, D. G. Body condition at parturition and postpartum weight gain influence luteal activity and concentrations of glucose, insulin, and nonesterified fatty acids in plasma of primiparous beef cows. **Journal of Animal Science**. v. 76, n. 4, p. 927-936. 1998.

WETTEMANN, R. P. *et al.* Nutritional-and suckling-mediated anovulation in beef cows. **Journal of Animal Science**. v. 81, n. 14_suppl_2, p. 48-59. 2003.

CAPÍTULO 1 - EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO NO DESEMPENHO E METABOLISMO PÓS-PARTO DE PRIMÍPARAS E PLURÍPARAS NELORE EM PASTAGEM TROPICAL

RESUMO

OLIVEIRA, Camila Andressa Silva, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2022. **Efeitos da suplementação no desempenho e metabolismo pós-parto de primíparas e pluríparas Nelore em pastagem tropical.** Orientador: Mário Fonseca Paulino. Coorientadoras: Cláudia Batista Sampaio e Luciana Navajas Rennó.

Objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação no pós-parto sobre a performance e status metabólico de vacas de corte em pastagem tropical. Foram utilizadas 40 vacas Nelore, sendo 24 pluríparas e 16 primíparas com peso corporal médio de $523 \pm 24,0$ kg e $429 \pm 40,9$ kg, respectivamente. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2, onde foram avaliadas duas estratégias de suplementação no pós-parto, não suplementadas (N) e suplementadas (S); e duas ordens de parto; primíparas (P1) e pluríparas (P2). Houve efeito de interação ($P < 0,01$) entre a suplementação e a ordem de parto, sendo mais leves as P1N, porém não houve efeito sobre o escore de condição corporal ($P > 0,10$). Os bezerros filhos de pluríparas foram mais pesados ao parto e aos 42 dias. As pluríparas produziram mais leite, e este, com maiores concentrações de gordura e sólidos totais. Já as matrizes suplementadas apresentaram leite com maior teor de lactose e menor de proteínas em relação ao leite daquelas não suplementadas. Foi verificado efeito de interação entre suplementação e ordem de parto ($P < 0,04$) para as concentrações plasmáticas de albumina, sendo as menores concentrações de albumina encontradas nas P1N. Os animais suplementados tiveram maiores concentrações séricas de NEFA e IFG-1, e menores concentrações de colesterol total e LDL ($P < 0,01$) em relação aos não suplementados. As pluríparas apresentaram maiores concentrações ($P < 0,01$) de globulinas, triglicerídeos e VLDL. Houve efeito de interação entre dia de avaliação e ordem de parto ($P < 0,02$) para as concentrações NEFA, tendo as pluríparas maiores concentrações que as primíparas ao parto. As concentrações de NEFA em primíparas foram menores ao dia 28 em relação aos demais dias de coleta; já para pluríparas, as maiores concentrações de NEFA foram encontradas ao parto e aos 7 dias pós-parto, diferindo dos demais dias de avaliação. De forma geral, a suplementação levou a um melhor status nutricional das matrizes de ambas as ordens de parto. No entanto, o ganho de peso mais elevado das primíparas suplementadas em relação às não suplementadas, corroborado por

indicadores de status proteico como a menor albumina, indicam que esta categoria tem maior potencial de resposta à suplementação múltipla no pós-parto.

Palavras-chave: Vacas de corte. Status Metabólico. Ordem de Parto. Albumina. IGF-1. NEFA.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Camila Andressa Silva, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, October, 2022. **Effects of supplementation on postpartum performance and metabolism of primiparous and multiparous Nelore cows in tropical pasture.** Adviser: Mário Fonseca Paulino. Co-advisers: Cláudia Batista Sampaio and Luciana Navajas Rennó.

The objective was to evaluate the effect of postpartum supplementation on the production and metabolic status of beef cows in tropical pastures. Forty Nelore cow were used, 24 multiparous and 16 primiparous with mean body weight of 523 ± 24.0 kg and 429 ± 40.9 kg, respectively. The experimental design was completely randomized, in a 2x2 factorial scheme, where two postpartum supplementation strategies were evaluated, non-supplemented (N) and supplemented (S); and two birth orders; primiparous (P1) and multiparous (P2). There was an interaction effect ($P < 0.01$) between supplementation and calving order, with P1N being lighter, but there was no effect on the body condition score ($P > 0.10$). Multiparous calves were heavier at calving and at 42 days. The multiparous ones produced more milk, and this one, with higher concentrations of fat and total solids. The supplemented sows, on the other hand, had milk with a higher lactose content and less protein in relation to the milk of those not supplemented. There was an interaction effect between supplementation and calving order ($P < 0.04$) for plasma albumin concentrations, with the lowest albumin concentrations found in P1N. The supplemented animals had higher serum concentrations of NEFA and IFG-1, and lower concentrations of total and LDL cholesterol ($P < 0.01$) in relation to the non-supplemented. Multiparous cows had higher concentrations ($P < 0.01$) of globulins, triglycerides and VLDL. There was an interaction effect between assessment day and calving order ($P < 0.02$) for NEFA concentrations, with multiparous cows having higher concentrations than primiparous at parturition. NEFA concentrations in primiparous were lower on day 28 compared to other collection days; for multiparous, the highest concentrations of NEFA were found at parturition and at 7 days postpartum, differing from the other evaluation days. Overall, supplementation led to a better nutritional status of sows of both parity orders. However, the higher weight gain of primiparous supplemented compared to non-supplemented, supported by indicators of protein status such as lower albumin, indicate that this category has a greater potential for response to multiple supplementation in the postpartum period.

Keywords: Beef cows. Metabolic Status. Birth Order. Albumin. IGF-1. NEFA.

1. INTRODUÇÃO

As fêmeas são a base do sistema de produção de bovinos de corte, no entanto, a nutrição dessa categoria costuma ser negligenciada (CALDERARO 2018). Segundo Costa e Silva *et al.* (2016), cerca de 50% da energia requerida entre a cria e o abate de um animal é utilizada para a manutenção das fêmeas. Contudo, a avançada idade das vacas ao primeiro parto, a baixa taxa de fertilidade e a alta mortalidade dos bezerros até a desmama ainda são problemas do sistema produtivo de carne no Brasil (FRANCO *et al.*, 2016).

A suplementação dos animais em pastejo é uma prática que pode ser adotada a fim de melhorar o desempenho animal, auxiliando na manutenção de condição corporal das vacas no período pós-parto (LOPES *et al.*, 2016), podendo ter efeito decisivo sobre o retorno à atividade ovariana após o anestro induzido pelo baixo consumo de alimentos e catabolismo das reservas corporais que certamente ocorre no periparto, possibilitando um aumento no número de animais ciclando à estação de monta, podendo elevar a taxa de prenhez e trazer um acréscimo no número de bezerros desmamados ao longo da vida produtiva da matriz (NOGUEIRA *et al.*, 2015).

O pós-parto de primíparas pode ser bastante desafiador, uma vez que, além das exigências de manutenção, gestação e lactação, necessitam de nutrientes para seu próprio crescimento; assim, não atendidas estas exigências, podem não demonstrar cio fértil durante a lactação (NOGUEIRA *et al.*, 2014), reduzindo os índices produtivos e reprodutivos. Em estudo realizado por Vizcarra *et al.* (1998) em primíparas, os animais que tiveram o aumento da ingestão de energia no pós-parto apresentaram intervalo do parto à primeira ovulação cerca de 20 dias menor, indicando retomada mais precoce da ciclicidade pós-parto. Em estudo conduzido por Ferreira *et al.* (2021a) os indicadores de status proteico foram diretamente influenciados pela ordem de parto, apresentando as primíparas características metabólicas e hormonais mais desequilibradas, indicando que esta categoria necessita de especial atenção nutricional.

Diversos estudos avaliaram os efeitos da nutrição e metabolismo pós-parto em vacas leiteiras de diferentes ordens de parto (NASROLLAHI *et al.*, 2017; NEAVE *et al.*, 2017; TIENKEN *et al.*, 2015; SAQIB *et al.*, 2018), no entanto, a respeito de vacas de corte em condição de pastejo, ainda são escassos os trabalhos que avaliaram os efeitos da suplementação no pós-parto no metabolismo de diferentes ordens de parto.

Assim, objetivou-se no presente estudo avaliar o efeito da suplementação no pós-parto sob a resposta produtiva e status metabólico de vacas Nelore de diferentes ordens de parto

em pastagem tropical.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos envolvendo animais neste estudo foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais de Produção (CEUAP) da Universidade Federal de Viçosa, MG - Brasil, sob protocolo número 52/2021.

2.1. Local, animais, delineamento experimental, manejo e dietas

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Viçosa, MG, Brasil (20° 45' S, 42° 52' W), entre os meses de outubro e dezembro, referente ao período de transição seca-águas. As áreas experimentais utilizadas são localizadas em região montanhosa, com 670 m de altitude, constituídas de 8 piquetes formados por pastagem de *Uruchloa decumbens* (área média de 1,23 ha.animal⁻¹) providos de bebedouros e cochos sombreados. Durante o período no qual ocorreu o estudo, a temperatura média e precipitação total foram de 21,5° C e 557,6 mm (INMET- Estação Viçosa A510), respectivamente.

Foram utilizadas 40 vacas da raça Nelore, sendo 16 primíparas e 24 pluríparas com peso corporal médio de 429±40,9 kg e 523±24,0 kg, escore de condição corporal 6,4±0,3 e 6,3±0,6 (segundo a escala de 1 a 9 pontos sugerida pelo NRC, 2016) e idade 2,5±0,5 anos e 6,2±2,3 anos, respectivamente. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 x 2, onde foram avaliadas duas ordens de parto; primíparas (P1) e pluríparas (P2); e duas estratégias de suplementação no pós-parto, não suplementadas (N): vacas recebendo mistura mineral *ad libitum*, e suplementadas (S): vacas recebendo 1,0 kg de suplemento e mistura mineral *ad libitum* (composição percentual da mistura mineral: fosfato bicálcico 50,00; cloreto de sódio 47,19; sulfato de zinco 1,50; sulfato de cobre 0,70; sulfato de manganês 0,50; sulfato de cobalto 0,05; iodato de potássio 0,05 e selenito de sódio 0,01). Para tais avaliações, as matrizes foram alocadas de forma que cada piquete contivesse somente uma ordem de parto, sendo 4 piquetes destinados aos animais de cada ordem de parto.

Como manejo de rotina do setor que cedeu os animais para o estudo, 1,0 kg do mesmo suplemento múltiplo do experimento foi fornecido diariamente a todos os animais durante os 60 dias anteriores à previsão do parto. O suplemento múltiplo foi formulado para conter 25% de proteína bruta com base na matéria seca (composição percentual: farelo de trigo 47,5; fubá de milho 35,0; farelo de soja 15,0 e ureia: sulfato de amônia (9:1) 2,5) fornecido

diariamente, às 11 h. Todos os animais foram submetidos ao controle de ecto e endoparasitas quando necessário.

As avaliações iniciaram no dia do parto e finalizaram no 42º dia pós-parto para cada animal. O período entre o primeiro e o último parto foi de 20 dias, conseqüentemente, o experimento teve duração de 62 dias. Os animais foram rotacionados a cada 14 dias entre os piquetes visando minimizar os possíveis efeitos de piquetes sobre os tratamentos de modo que todos os lotes de animais permanecessem o mesmo tempo em cada piquete.

2.2. Procedimentos experimentais e amostragem

As vacas e suas respectivas crias, foram pesadas sem jejum ao parto, após a primeira mamada, e às 7 h do 42º dia pós-parto, para avaliação do ganho médio diário (GMD). Aos mesmos dias, também foi avaliado o escore de condição corporal (ECC) das matrizes por 3 avaliadores experientes e calculada a média para cada animal.

A cada 28 dias foram realizadas coletas de pasto para quantificação da disponibilidade total de matéria seca total (MST) e de matéria seca potencialmente digestível (MSpd) através do corte rente ao solo de cinco áreas delimitadas por um quadrado metálico de 0,25 m² amostradas aleatoriamente em cada piquete. No mesmo intervalo de tempo foram coletadas amostras dos ingredientes do concentrado e do pasto via simulação manual de pastejo para avaliação qualitativa do pasto consumido pelos animais. Todas as amostras foram pesadas, secas (55°C por 72 h) e moídas em moinho (Wiley®, modelo 3, Arthur H. Thomas, EUA), passadas por uma peneira de 2 mm, reservada a metade da amostra e novamente moídas, desta vez utilizando uma peneira de 1 mm.

Para estimar a produção de leite, aos 7 e 42 dias pós-parto de cada animal, foram realizadas ordenhas mecânicas do tipo balde ao pé. As vacas foram separadas de seus bezerras às 18 h. Às 6 h do dia seguinte foram injetados 2 mL de ocitocina (10 UI mL⁻¹; Ocitovet®, Brasil) na veia epigástrica superficial e imediatamente ordenhadas. A hora exata em que cada vaca foi ordenhada foi registrada, e o leite produzido foi proporcionalmente convertido em uma produção baseada em 24 h (LOPES *et al.*, 2016). O leite produzido foi corrigido para 4% de gordura (LCG_{4%}) de acordo com o NRC (2001):

$$LCG_{4\%} = (0,4 \times PL) + (15 \times G) \times (100 \times PL)^{-1},$$

em que LCG_{4%} = produção de leite corrigida (kg.dia⁻¹); PL = produção de leite (kg), G = gordura (%).

Foram realizadas amostragens de sangue às 7 h nos dias 0, 7, 14, 28 e 42 em relação ao parto de cada animal, coletadas via punção da veia jugular com auxílio de tubos a vácuo com gel separador e ativador de coagulação para separação de soro (BD Vacutainer® SST® II Advance®, Brasil), e tubos a vácuo com fluoreto de sódio (inibidor glicolítico) e EDTA (anticoagulante) para separação de plasma (BD Vacutainer® Fluorinated/EDTA, Brasil). O sangue foi imediatamente centrifugado a $3600 \times g$ por 15 minutos, sendo o soro e o plasma armazenados separadamente em micro tubos e congelados ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$).

2.3. Análises laboratoriais

Os procedimentos analíticos seguiram os métodos sugeridos pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Ciência Animal (INCT-CA; DETMANN *et al.*, 2021). Nas amostras de concentrado e de simulação manual de pastejo foram quantificados os teores de matéria seca (MS) (INCT-CA G-003/1), matéria mineral (MM) (INCT-CA M-001/2), proteína bruta (PB) (INCT-CA N-001/2), extrato etéreo (EE) (INCT-CA G-005/2), fibra em detergente neutro (FDN) (INCT-CA F-013/1) com as correções para cinzas (CIDN) (INCT-CA M-002/2) e proteínas (PIDN) (INCT-CA N-004/2); e fibra insolúvel em detergente neutro indigestível (FDNi) (INCT-CA F-009/2). Nas amostras de forragem destinadas ao cálculo de disponibilidade de MST e MSpd foram quantificados os teores de MS; FDN e FDNi, de acordo com os métodos descritos anteriormente.

A MSpd foi estimada segundo a seguinte equação descrita por Paulino, Detmann e Valadares Filho (2008):

$$\text{MSpd} = 0,98 \times (100 - \text{FDN}) + (\text{FDN} - \text{FDNi}),$$

em que MSpd = matéria seca potencialmente digestível (%); 0,98 = digestibilidade verdadeira do conteúdo intracelular; FDN = fibra em detergente neutro (%); FDNi = fibra insolúvel em detergente neutro indigestível (%).

Nas amostras de leite foram quantificadas as concentrações de proteína, gordura, lactose e sólidos totais por espectroscopia de infravermelho (Foss MilkoScan™, FT120, Dinamarca).

Foram utilizados kits Bioclin® (Belo Horizonte, Brasil) para mensurar as concentrações plasmáticas de glicose (K82) e as concentrações séricas de ureia (K056), creatinina (K067), proteína total (K031), albumina (K040), colesterol total (K083), triglicerídeos (K117) e HDL (K071). As concentrações séricas de ácidos graxos não

esterificados (NEFA) e beta-hidroxibutirato (β HB) foram realizadas utilizando kits Randox® (A115 e RB1007, Reino Unido). Todas as análises supracitadas, exceto fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1 (IGF-1), foram realizadas em analisador bioquímico automático (Mindray Co. Ltd., BS-200E, China) no Laboratório de Fisiologia e Reprodução Animal DZO/UFV. As concentrações séricas de IGF-1 foram mensuradas usando kits Siemens® (Berlim, Alemanha) em um analisador automático de quimioluminescência.

Os valores de lipoproteína de baixa densidade (LDL) e a lipoproteína de muito baixa digestibilidade (VLDL) foram estimados de acordo com Friedewald *et al.* (1972), conforme a equação:

$$CT = HDL + LDL + VLDL,$$

onde CT = colesterol total (%); HDL = lipoproteína de alta densidade (%); LDL = lipoproteína de baixa densidade (%) e VLDL = lipoproteína de muito baixa digestibilidade (%), esta última calculada como a quinta parte da quantidade mensurada de triglicerídeos.

As globulinas foram calculadas pela diferença entre proteínas totais e albumina. O nitrogênio ureico no soro (NUS) foi estimado como 46,67% da concentração de ureia sérica (BURTIS e BRUNS, 2014).

2.4. Análise estatística

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = m + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk},$$

em que, Y_{ijk} = observações da variável dependente correspondente à ordem de parto j , submetido à estratégia de suplementação pós-parto i no piquete k ; m = média geral; α_i = efeito fixo da estratégia de suplementação; β_j = efeito fixo de ordem de parto (pluríparas e primíparas); $(\alpha\beta)_{ij}$ = interação entre os efeitos fixos; e_{ijk} = erro aleatório.

O teste de Tukey foi utilizado para analisar diferenças entre as médias das variáveis de desempenho e composição do leite e as variáveis metabólicas foram analisadas como medidas repetidas no tempo. Foi realizada a análise de variância adotando $\alpha = 0,10$ como nível crítico de probabilidade de erro tipo I. Os resíduos foram verificados quanto a normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett, adotando $\alpha = 0,10$ como nível crítico de probabilidade de erro tipo I. Todos os procedimentos foram

realizados no software R, pacote Agricolae.

3. RESULTADOS

3.1. Disponibilidade de forragem

As disponibilidades médias de matéria seca total (MST) e de matéria seca potencialmente digestível (MSPd) foram respectivamente de 4,71 t.ha⁻¹ e 3,07 t.ha⁻¹, esta última representando 65,2% de potencial utilização da massa de forragem disponível. Para as amostras de forragem coletadas via simulação manual de pastejo, o teor médio de proteína bruta foi de 99,4 g.kg⁻¹ MS (Tabela 1).

Tabela 1- Composição química do suplemento e da forragem (g.kg⁻¹ MS).

Item	Suplemento	Forragem ⁴
Matéria seca	930,2	313,2 ±0,43
Matéria orgânica ¹	996,6	919,3±0,14
Proteína Bruta ¹	231,1	99,5±0,27
Extrato etéreo ¹	20,6	13,0±0,07
Carboidratos não fibrosos ¹	610,2	199,6±0,63
FDNcp ^{1,2}	174,7	608,3±0,35
FDNi ^{1,3}	7,3	308,4±0,39

¹ Valores expressos em g.kg⁻¹ MS; ² FDNcp: fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; ³ FDNi: fibra insolúvel em detergente neutro indigestível; ⁴ Média +/- desvio padrão da média (amostras obtidas via simulação manual de pastejo ao longo do estudo).

3.2. Resposta produtiva

Houve efeito de interação (P<0,01) entre a suplementação e a ordem de parto para peso, sendo mais leves aos 42 dias pós-parto as P1N, no entanto a alteração no peso não afetou (P>0,10) o escore de condição corporal das matrizes (Tabela 2).

Matrizes suplementadas tiveram bezerros mais pesados ao parto, aos 42 dias e com maior GMD (P<0,06). Paralelamente, bezerros filhos de pluríparas foram mais pesados ao parto e aos 42 dias, com consequente maior GMD em comparação aos filhos de primíparas (P<0,03).

Houve um aumento do peso corporal das vacas e bezerros de todos os tratamentos ($P < 0,10$) entre o parto e o 42º dia pós-parto (Tabela 2).

Tabela 2- Desempenho produtivo de vacas de corte Nelore em pastagem tropical.

Item	Tratamentos				EPM ⁹	P		
	P1N ⁵	P1S ⁶	P2N ⁷	P2S ⁸		Sup ¹⁰	OP ¹²	OP x Sup
PCi ¹	412	453	526	520	10,580	0,341	0,001	0,2073
PCf	423b	466a	546a	541a	10,780	0,033	<0,001	0,012
ECCi ²	6,5	6,2	6,5	6,3	0,072	0,089	0,571	0,529
ECCf	6,3	6,4	6,2	6,4	0,057	0,196	0,531	0,498
GMD ³	0,265	0,294	0,325	0,405	0,008	0,080	0,010	0,284
PCi _{bez} ⁴	30	35	37	37	0,957	0,089	0,007	0,193
PCf _{bez}	79	84	84	90	6,521	0,003	<0,001	0,345
GMD _{bez}	1,173	1,174	1,133	1,262	0,008	0,060	0,026	0,521

¹ PC: peso corporal (kg); ² ECC: escore de condição corporal (1-9); ³ GMD: ganho médio diário (kg.dia⁻¹); ⁴ bez: bezerros; ⁵ P1N: primíparas não suplementadas; ⁶ P1S: primíparas suplementadas; ⁷ P2N: pluríparas não suplementadas; ⁸ P2S: pluríparas suplementadas; ⁹ EPM: erro padrão da média; ¹⁰ Sup: suplementação; ¹¹ Dia: dia de coleta; ¹² OP: ordem de parto. Letras minúsculas diferentes na linha indicam diferenças significativas entre os tratamentos em relação à interação entre suplementação e ordem de parto ($P < 0,10$).

As pluríparas tiveram maior produção de leite ($P < 0,10$) e maiores concentrações de gordura e sólidos totais ($P < 0,01$) que as primíparas. A suplementação elevou as concentrações de lactose e reduziu as concentrações de proteínas no leite ($P < 0,02$). Houve redução das concentrações de proteínas e sólidos totais, e aumento de lactose entre o 7º e o 42º dia pós-parto ($P < 0,03$), independente do tratamento. Não houve efeito de interação ($P > 0,10$) para os componentes do leite no presente estudo (Tabela 3).

Tabela 3- Produção e composição do leite de vacas de corte Nelore em pastagem tropical.

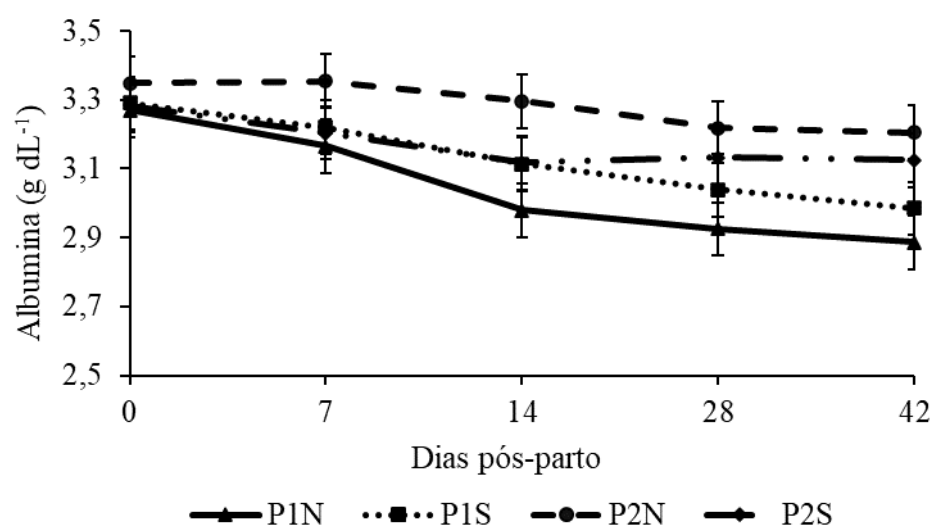
Item	Tratamentos				EPM ¹⁰	P		
	P1N ⁶	P1S ⁷	P2N ⁸	P2S ⁹		Sup ¹¹	OP ¹³	OP x Sup
LCG 4% ¹	6,62	5,53	9,10	10,83	0,596	0,404	<0,001	0,195
Gord ²	3,84	3,31	4,84	4,72	0,200	0,296	0,007	0,384
Prot ³	3,35	3,28	3,41	3,32	0,084	0,018	0,451	0,707
Lac ⁴	4,25	4,61	4,45	4,55	0,058	0,020	0,441	0,162
ST ⁵	12,53	12,40	13,80	13,68	0,213	0,644	0,004	0,831

¹ LCG 4%: produção de leite corrigida para 4% de gordura (kg.dia⁻¹); ² Gord: gordura (g.kg⁻¹); ³ Prot: proteína (g.kg⁻¹); ⁴ Lac: lactose (g.kg⁻¹); ⁵ ST: sólidos totais (g.kg⁻¹); ⁶ P1N: primíparas não suplementadas; ⁷ P1S: primíparas suplementadas; ⁸ P2N: pluríparas não suplementadas; ⁹ P2S: pluríparas suplementadas; ¹⁰ EPM: erro padrão da média; ¹¹ Sup: suplementação; ¹² Dia: dia de coleta; ¹³ OP: ordem de parto.

3.3. Perfil metabólico

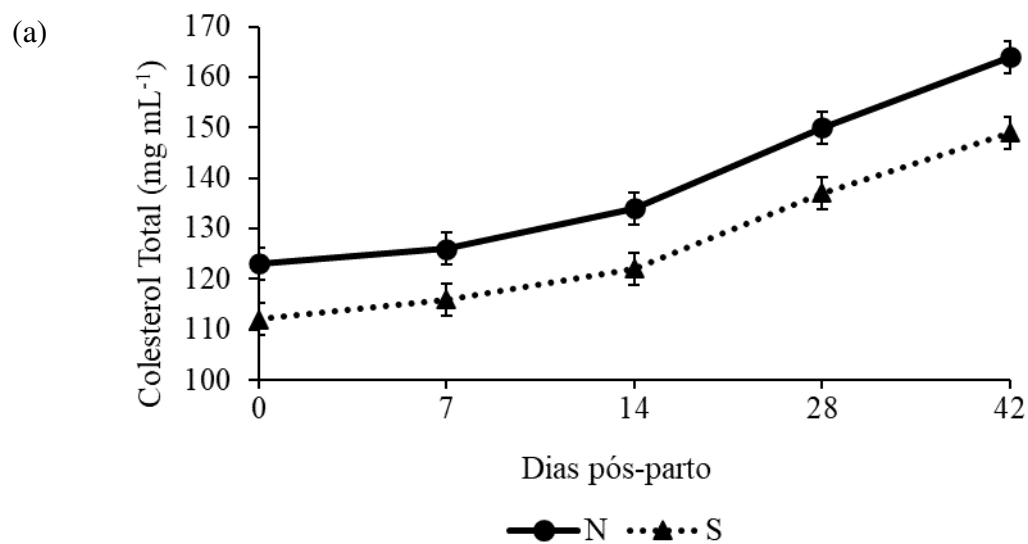
Foi verificado efeito de interação entre suplementação e ordem de parto (P<0,04) para as concentrações plasmáticas de albumina, sendo as menores concentrações encontradas nas P1N (Figura 1). Os animais suplementados tiveram maiores concentrações séricas de IGF-1, e menores concentrações de colesterol total e LDL (P<0,01) em relação aos não suplementados (Figura 2). As pluríparas apresentaram maiores concentrações (P<0,01) de globulinas, triglicerídeos e VLDL (Tabela 4; Figura 3).

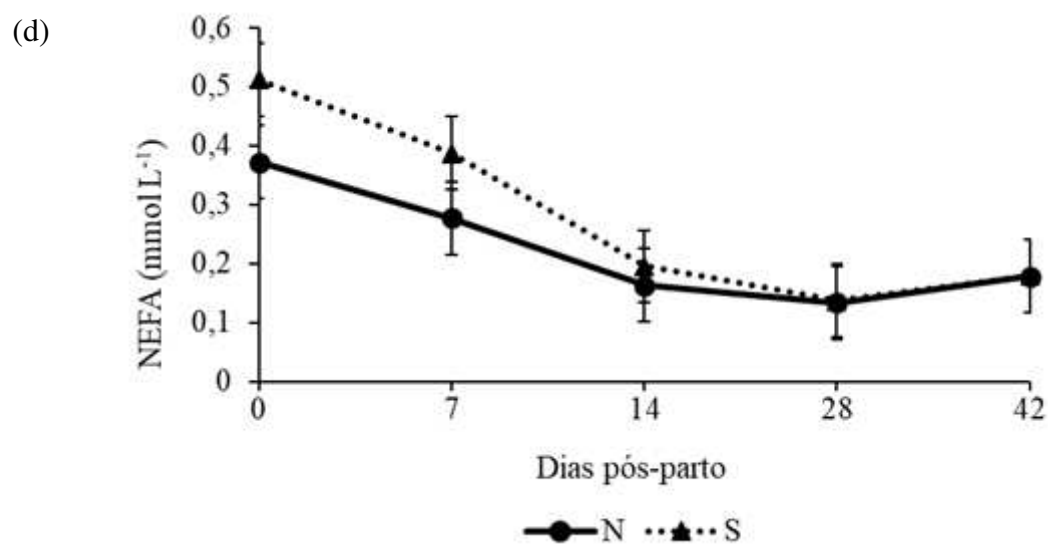
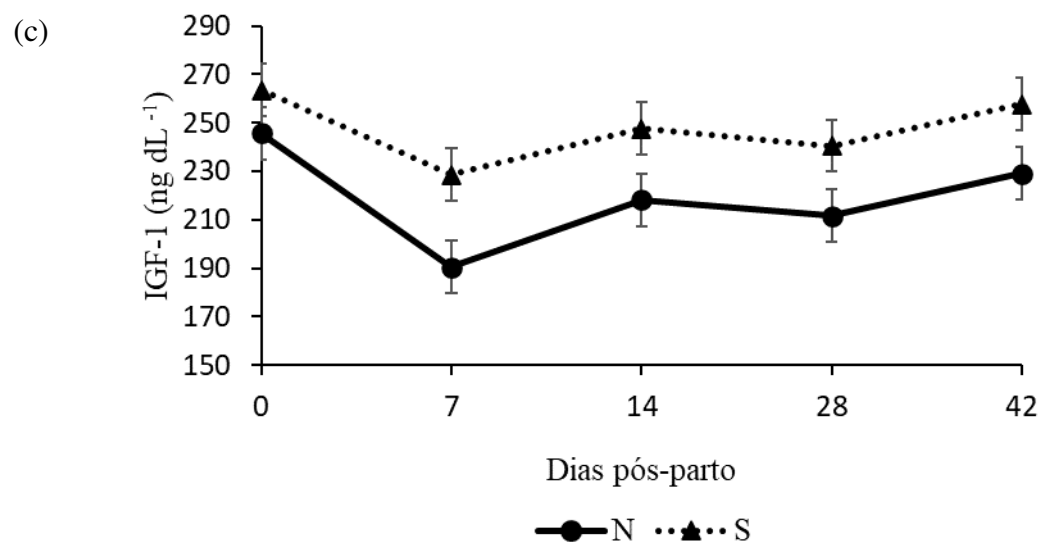
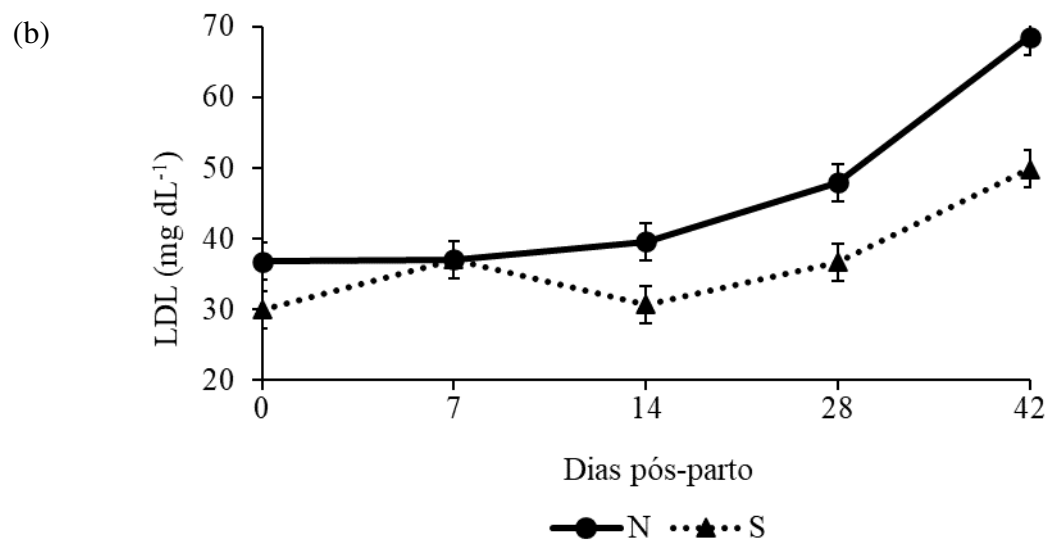
Figura 1- Teor sérico de albumina de pluríparas e primíparas de corte Nelore, suplementadas ou não, em pastagem tropical de acordo com os dias pós-parto.



P1N: Primíparas não suplementadas; P1S: Primíparas suplementadas; P2N: Pluríparas não suplementadas; P2S: Pluríparas suplementadas.

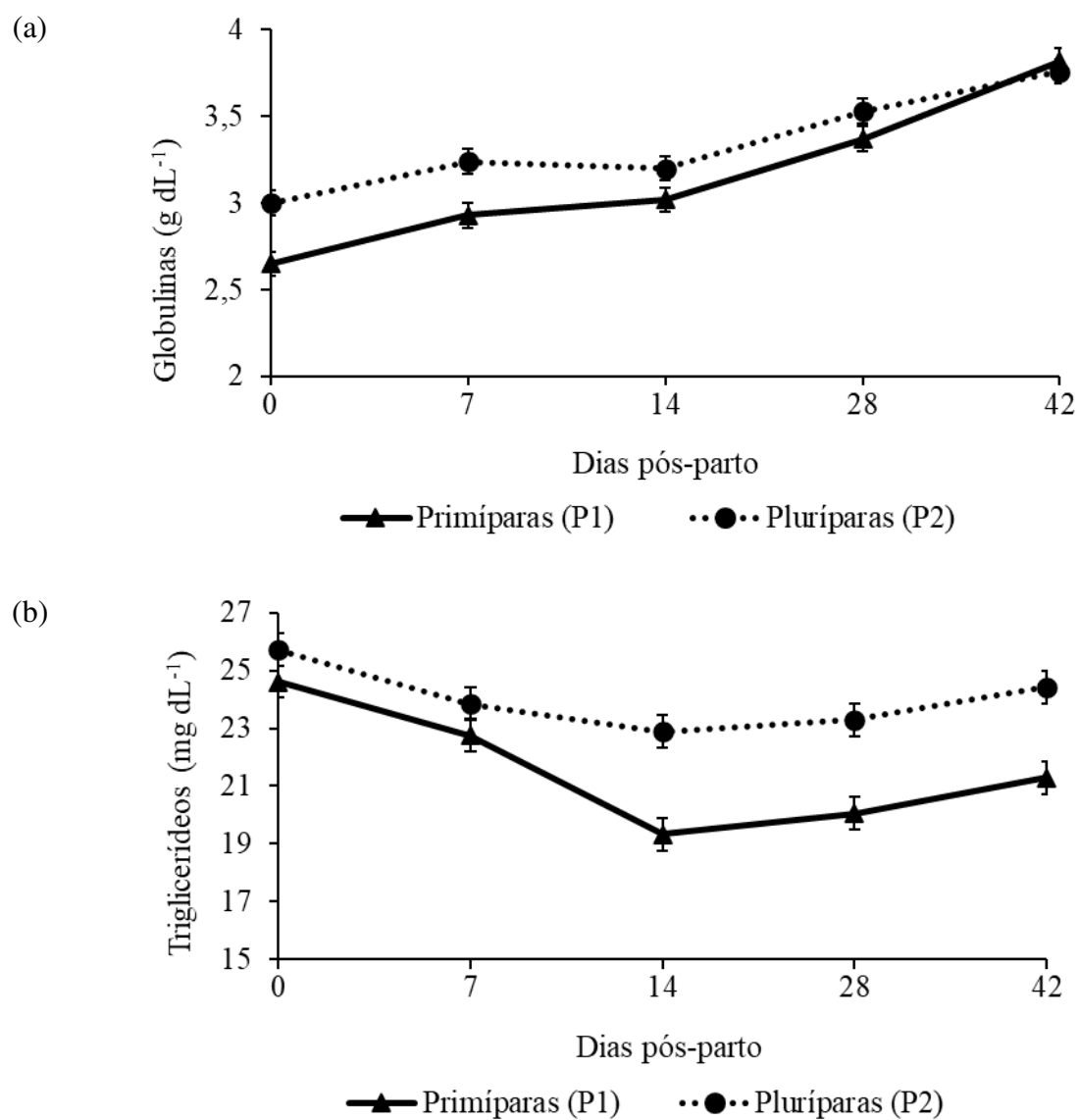
Figura 2- Teor sérico de colesterol total, LDL, IGF-1 e NEFA de matrizes de corte Nelore, suplementadas ou não, em pastagem tropical de acordo com os dias pós-parto.

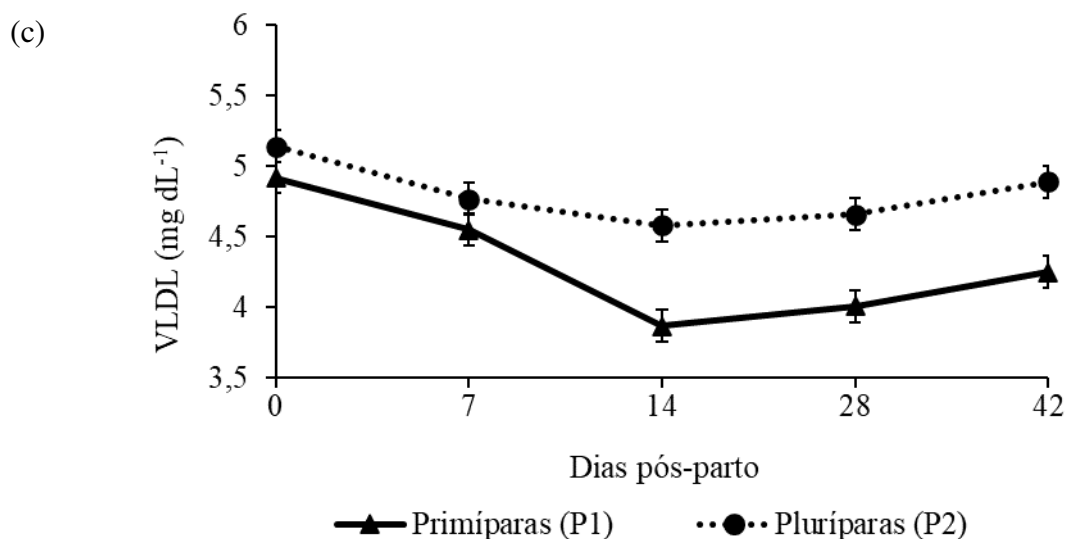




a: Colesterol total; b: LDL (lipoproteínas de baixa densidade); c: IGF-1; d: NEFA (ácidos graxos não esterificados); N: não suplementadas (vacas recebendo apenas mistura mineral *ad libitum*); S: suplementadas (vacas recebendo 1,0 kg.dia⁻¹ de suplemento múltiplo e mistura mineral *ad libitum*). Dias seguidos de * diferem entre si entre as ordens de parto.

Figura 3- Teor sérico de globulinas, triglicerídeos e VLDL de primíparas e pluríparas de corte Nelore, em pastagem tropical de acordo com os dias pós-parto.



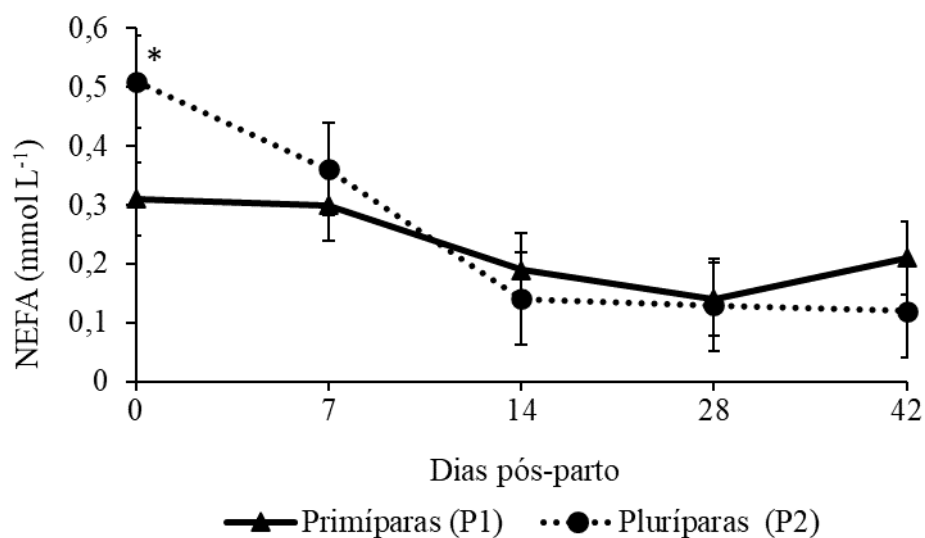


a: Globulinas, b: Triglicérides; c: VLDL (lipoproteínas de muito baixa densidade).

Houve efeito de interação entre dia de avaliação e ordem de parto ($P < 0,02$) para as concentrações NEFA, tendo as pluríparas maiores concentrações que as primíparas ao parto (Figura 4). As concentrações de NEFA em primíparas foram menores ao dia 28 em relação aos demais dias de coleta; já para pluríparas, as maiores concentrações de NEFA foram encontradas ao parto e aos 7 dias pós-parto, diferindo dos demais dias de avaliação (Tabela 4).

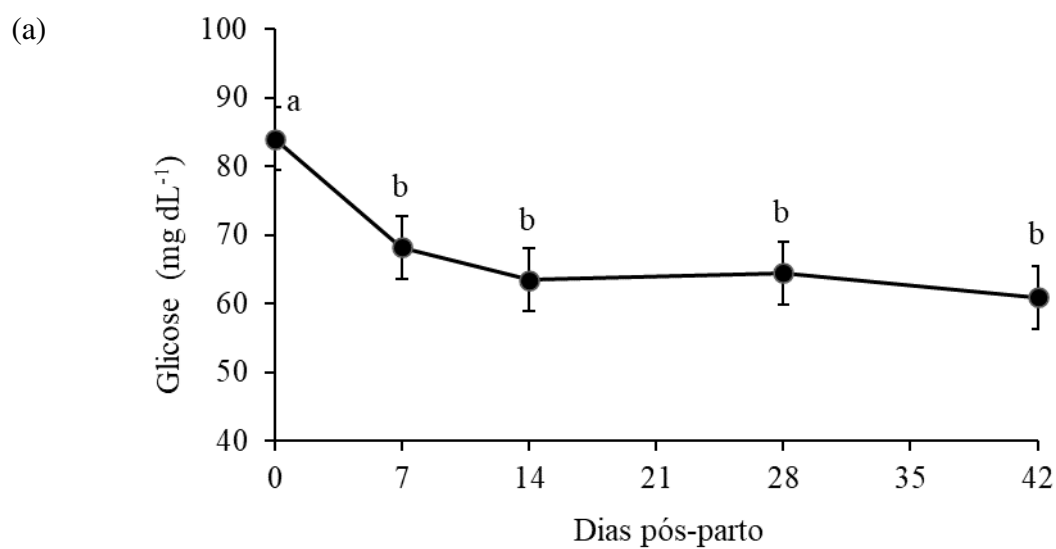
Houve efeito de dia de avaliação ($P < 0,04$) para glicose, NUS, proteínas totais, albumina, globulinas, creatinina, colesterol total, HDL e LDL (Figura 5). Não houve efeito de interação entre dia de avaliação e suplementação ($P > 0,10$) para os metabólitos mensurados (Tabela 4).

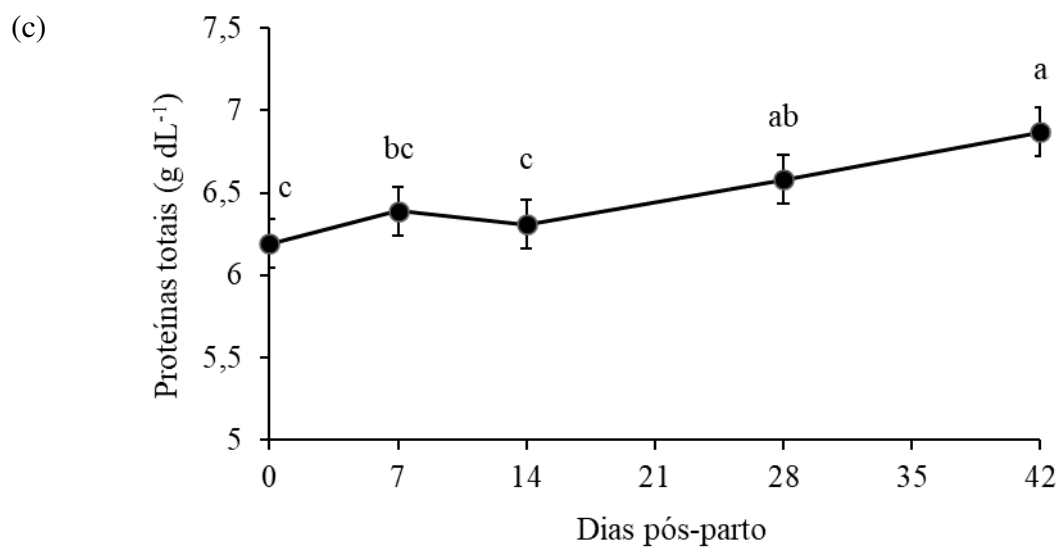
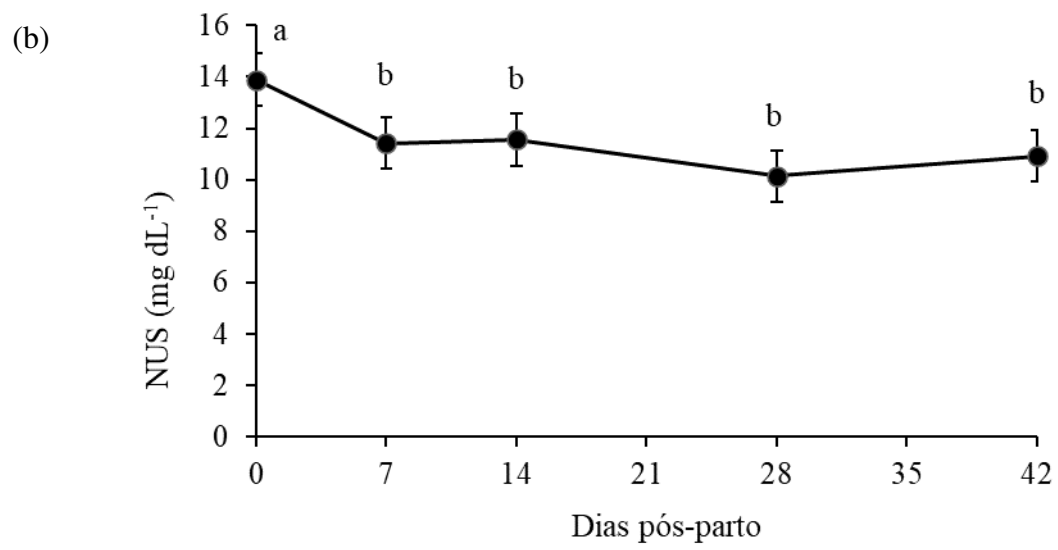
Figura 4- Teor sérico de globulinas, triglicerídeos e VLDL de primíparas e pluríparas de corte Nelore, em pastagem tropical de acordo com os dias pós-parto

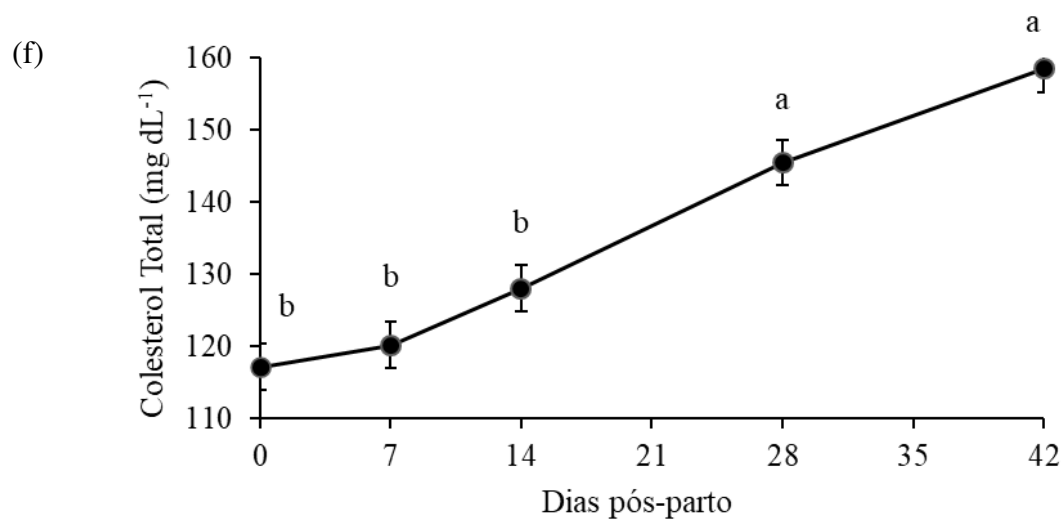
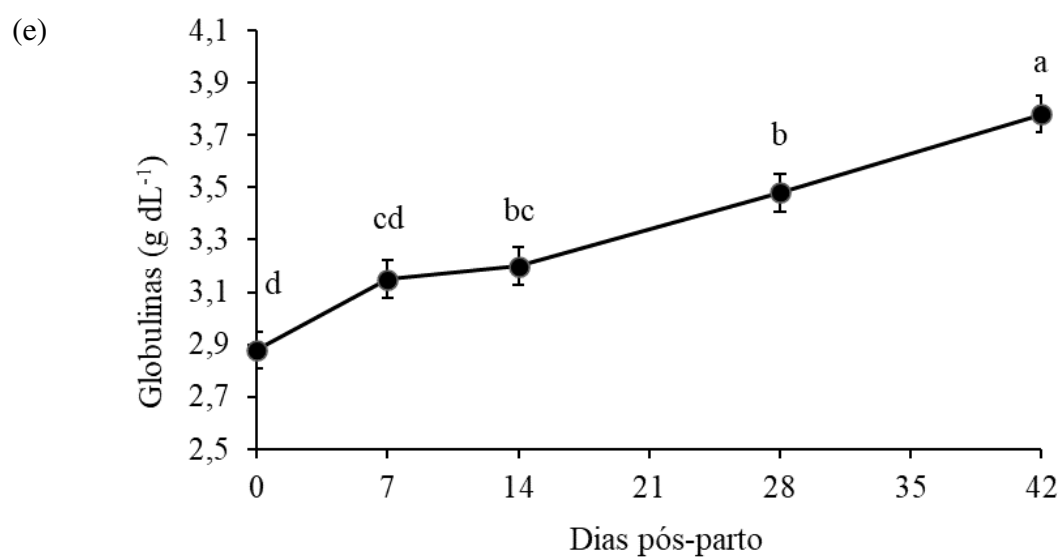
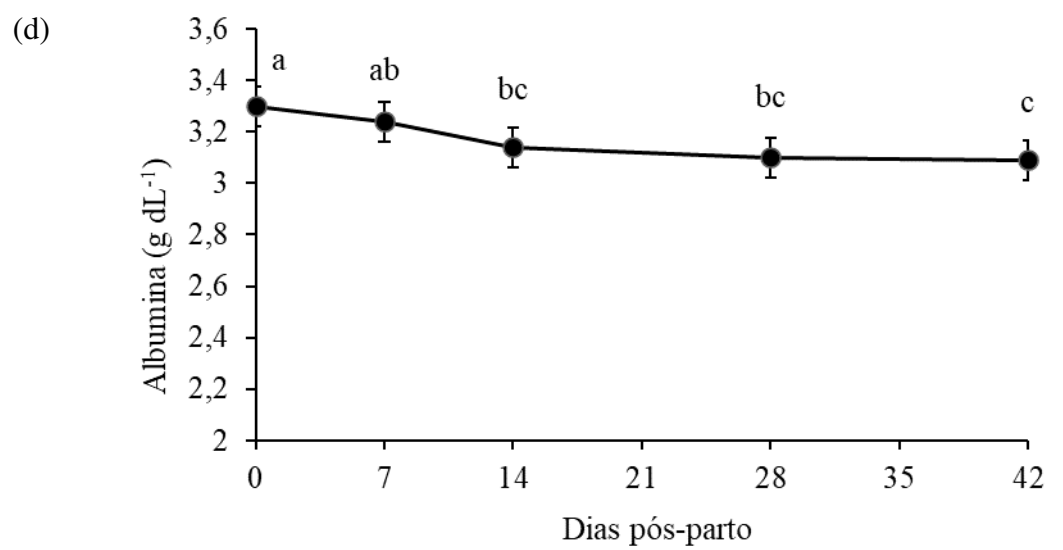


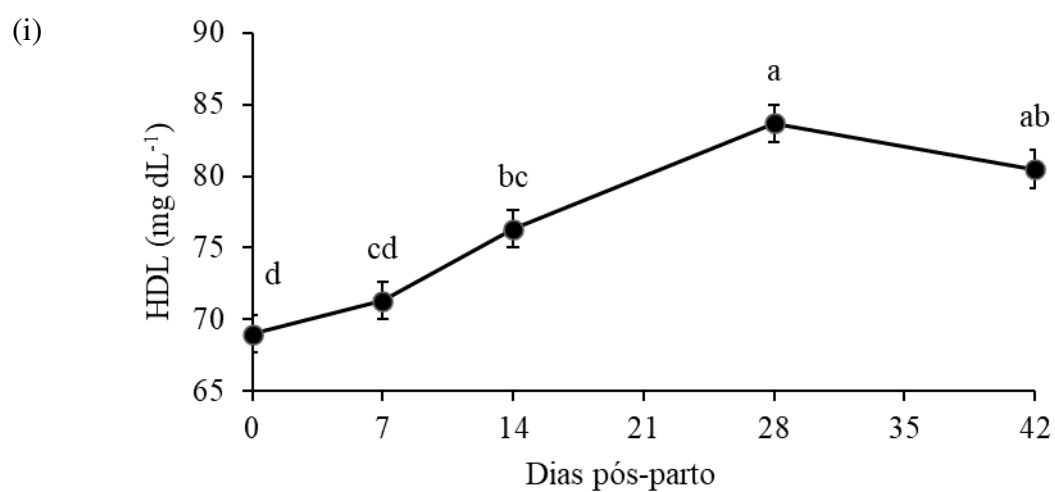
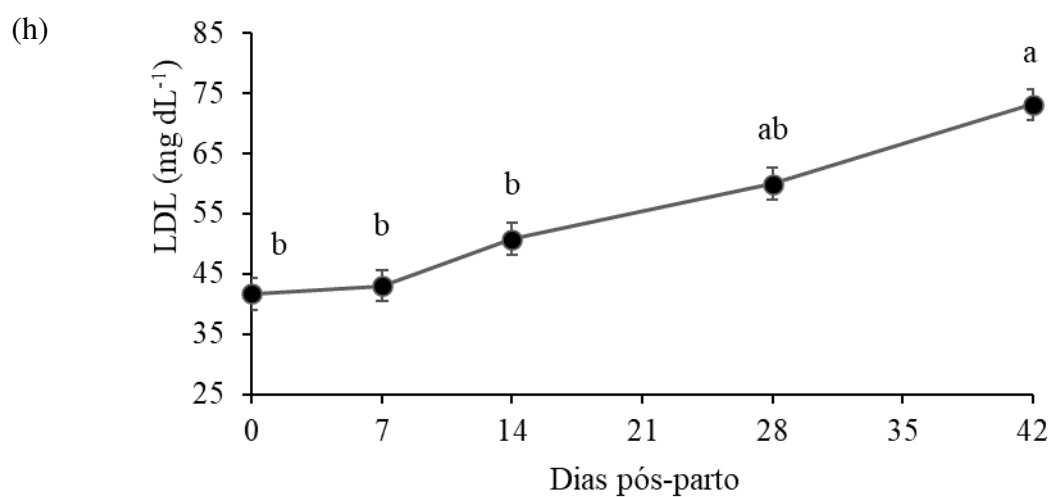
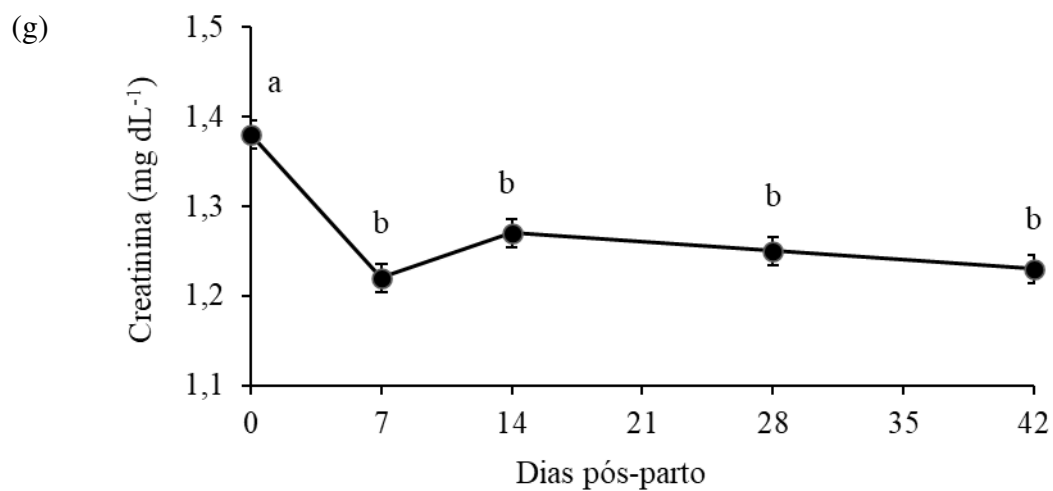
NEFA (ácidos graxos não esterificados). Dias seguidos de asterisco (*) diferem entre as ordens de parto ($P < 0,10$).

Figura 5- Metabólitos sanguíneos de matrizes de corte Nelore em pastagem tropical de acordo com os dias pós-parto.









a: Glicose; b: NUS (nitrogênio ureico no soro); c: proteínas totais; d: albumina; e: globulinas; f: colesterol total; g: creatinina; h: LDL (lipoproteínas de baixa densidade); i: HDL (lipoproteínas de alta densidade). Médias com sobrescritos diferentes diferem entre si ($P < 0,10$).

Tabela 4- Perfil metabólico de vacas de corte Nelore em pastagem tropical.

Item	Tratamentos					P					
	P1N ¹²	P1S ¹³	P2N ¹⁴	P2S ¹⁵	EPM ¹⁶	Sup ¹⁷	Dia ¹⁸	Sup x Dia	OP ¹⁹	OP x Sup	OP x Dia
Glicose ¹	69,99	60,37	69,32	70,35	4,590	0,247	0,001	0,936	0,175	0,136	0,258
βHB ^{2, 5}	0,48	0,46	0,50	0,49	0,030	0,603	0,733	0,641	0,259	0,993	0,545
NEFA ^{2, 6}	0,24	0,21	0,20	0,27	0,620	0,102	<0,001	0,237	0,488	0,152	0,026
IGF-1 ^{3, 7}	219,70	243,89	221,60	248,80	10,809	0,009	0,472	0,266	0,442	0,257	0,325
NUS ^{1, 8}	11,26	11,47	12,30	11,22	1,010	0,696	0,007	0,377	0,815	0,315	0,316
Proteína total ⁴	6,28	6,18	6,59	6,60	0,148	0,725	<0,001	0,568	0,815	0,315	0,321
Albumina ⁴	3,04b	3,13a	3,28a	3,17a	0,078	0,702	<0,001	0,771	<0,001	0,042	0,235
Globulinas ⁴	3,24	3,05	3,31	3,43	0,071	0,980	<0,001	0,640	0,021	0,135	0,322
Creatinina ¹	1,29	1,22	1,25	1,30	0,016	0,594	0,048	0,828	0,985	0,155	0,752
Colesterol tota ¹	139,14	129,37	142,82	125,84	3,183	0,005	<0,001	0,710	0,701	0,206	0,232
LDL ^{1, 9}	57,34	51,68	58,20	47,02	2,631	0,018	<0,001	0,324	0,372	0,832	0,136
HDL ^{1, 10}	75,96	79,60	79,46	76,98	1,312	0,526	<0,001	0,290	0,377	0,658	0,513
Triglicerídeos ¹	20,75	22,73	23,63	24,54	0,561	0,254	0,236	0,519	0,011	0,835	0,333
VLDL ^{1, 11}	4,15	4,55	4,73	4,91	0,112	0,254	0,236	0,519	0,011	0,835	0,333

¹ Valores expressos em mg.dL⁻¹; ² Valores expressos em mmol.L⁻¹; ³ Valores expressos em ng.dL⁻¹; ⁴ Valores expressos em g.dL⁻¹; ⁵ β HB: beta hidroxibutirato; ⁶ NEFA: ácidos graxos não esterificados; ⁷ IGF-1: fator de crescimento semelhante à insulina; ⁸ NUS: nitrogênio ureico sérico; ⁹ LDL: lipoproteína de baixa densidade; ¹⁰ HDL: lipoproteína de alta densidade; ¹¹ VLDL: lipoproteína de muito baixa densidade; ¹² P1N: primíparas não suplementadas; ¹³ P1S: primíparas suplementadas; ¹⁴ P2N: pluríparas não suplementadas; ¹⁵ P2S: pluríparas suplementadas; ¹⁶ EPM: erro padrão da média; ¹⁷ Sup: suplementação; ¹⁸ Dia: dia de coleta; ¹⁹ OP: ordem de parto. Letras minúsculas diferentes na linha indicam diferenças significativas entre os tratamentos (P<0,10).

4. DISCUSSÃO

Segundo Paulino *et al.* (2008), para otimizar os índices produtivos de zebuínos em sistemas a pasto é necessário trabalhar com o conceito MSpd, pois o mesmo integra os fatores disponibilidade e qualidade da forrageira, independente da época do ano, sendo sugerido o fornecimento de 4 a 5% do PC em MSpd (40 a 50 g.kg⁻¹ PC) de forragem para desempenho satisfatório de bovinos em pastejo (PAULINO *et al.*, 2004). A massa média diária de MS e MSpd no estudo foi de 279,81 e 179,81 g.kg⁻¹ PC, respectivamente, situando-se acima das recomendações de Paulino *et al.* (2008) e sugerindo que a disponibilidade de forragem não limitou a resposta produtiva dos animais.

O teor médio de PB da forragem no presente estudo foi de 99,5 g.kg⁻¹ MS (Tabela 1); destes, 328 g.kg⁻¹ PB estavam associadas à fibra, ficando acima de 8%, limite crítico necessário para utilização adequada dos carboidratos fibrosos; no entanto foi menor que 10%, nível considerado ótimo para o uso de substratos energéticos da forragem (LAZZARINI *et al.*, 2009), justificando a suplementação nitrogenada, visando otimizar a utilização da forragem e, conseqüentemente, melhorar o desempenho animal.

Neste sentido, a suplementação múltipla se mostrou positiva, principalmente para as primíparas, uma vez que o peso corporal aos 42 dias pós-parto das P1S não diferiu estatisticamente do peso das pluríparas, independente da suplementação, o que possivelmente ocorreu devido a adequação da relação energia:proteína da dieta, possibilitando um maior uso da energia presente na forragem (SOTELO *et al.*, 2018; CARDENAS, 2017; ALMEIDA, 2017; PAULINO *et al.*, 2004). No entanto, tal aumento de peso não foi suficiente para alterar o escore de condição corporal (Tabela 2), sugerindo que a suplementação não promoveu uma expressiva deposição de reservas corporais a ponto de ser percebida visualmente. Apesar de não haver alteração no ECC, vale salientar que o escore sugerido pelo NRC (2016) para que as fêmeas tenham um bom desempenho reprodutivo é 5 e todas as matrizes do presente estudo estavam com ECC acima de 6,2 durante todo o estudo.

O aporte de energia via suplementação eleva os teores de glicose, resultando em

um aumento de insulina, substância que regula os receptores do hormônio GH no fígado, levando a um aumento de IGF-1 pelo acoplamento de GH aos seus receptores (PEEL *et al.*, 1983). Acredita-se que o IGF-1 seja o principal mediador do GH na produção de leite (SHARMA, VANDEHAAR, AMES, 1994) regulando a síntese de leite pela glândula mamária (MCGUIRE *et al.*, 1992; BAUMAN, VERNON, 2001). No presente estudo as matrizes não suplementadas tiveram menor IGF-1 em comparação às suplementadas (Tabela 4), o que pode ter levado a menor lactose no leite destes animais (VIZCARRA *et al.*, 1998), no entanto não houve diferença nos níveis plasmáticos de glicose para corroborar este efeito.

Tal como encontrado por Ferreira *et al.* (2021b) e Johnson *et al.* (2003), pluríparas tiveram uma maior produção de leite que as primíparas, bem como maiores teores de gordura e sólidos totais no leite (Tabela 3). Deste modo, pode-se esperar que a menor produção de leite e seus componentes nas primíparas possa levar a uma menor captação da glicose sérica para a produção de leite, podendo ser direcionada para captação por outros tecidos, uma vez que estes animais necessitam de energia para o crescimento e sua glândula mamária não está completamente desenvolvida, tendo reduzida capacidade de produção de leite em comparação com as pluríparas (HENRIQUES *et al.*, 2011). Contudo, não são esperadas grandes variações nos teores de glicose sanguínea, dado que este metabólito é fortemente regulado por mecanismos homeostáticos (BROCKMAN e LAATVELD, 1986), tal como possivelmente ocorreu no presente estudo, em que não houveram diferenças nas concentrações de glicose entre animais das duas ordens de parto.

A albumina é um importante componente de reserva proteica no organismo animal, atuando como transportadora de ácidos graxos livres e aminoácidos, componentes sanguíneos intimamente relacionados ao final da gestação e início da lactação (CUNNINGHAM e KLEIN, 2013), quando é esperada a redução dos níveis séricos de albumina pela alta demanda proteica para crescimento fetal, desenvolvimento do úbere, produção de colostro e leite (WHITAKER *et al.*, 1999). Menores teores séricos de albumina foram encontrados nas P1N em comparação aos demais tratamentos (Tabela 4), possivelmente devido à maior exigência nutricional e menor input proteico via dieta neste tratamento.

Já as globulinas estão mais relacionadas à memória imunológica dos animais do que ao metabolismo proteico. Níveis reduzidos de globulina antes do parto são justificados pela transferência de imunidade à produção de colostro (LARSON, 1958). Já no pós-parto é esperado um aumento linear (FERREIRA *et al.*, 2021; CARDENAS, 2017- Figura 5e) de diferentes magnitudes entre as pluríparas e primíparas (BRSCIC *et al.*, 2015; CAVESTANY

et al., 2005) possivelmente devido a níveis de anticorpos mais altos sob um amplo espectro de antígenos em animais mais velhos, como pode ser verificado na Figura 3-a.

Baixos níveis sanguíneos de colesterol levam a uma redução na sua concentração ovariana, podendo prejudicar a produção de hormônios esteroides (GUÉDON *et al.*, 1999) e influenciar negativamente na performance reprodutiva das matrizes (KAPPEL *et al.*, 1984; RUEGG *et al.*, 1992). Grande parte do colesterol sanguíneo é transportado por lipoproteínas (HDL e LDL), que são captadas pelo tecido ovariano para a produção de hormônios (GRUMMER, CARROLL, 1988). O aumento do colesterol em vacas zebuínas no pós-parto pode estar associado à mobilização de reservas corporais para atender a demanda de nutrientes para lactação, manutenção, e crescimento, no caso das primíparas (RUAS *et al.*, 2000a; RUAS *et al.*, 2000b). Embora as maiores concentrações de colesterol total e LDL nos animais não suplementados (Figura 1a e b) possam indicar uma mobilização mais intensa de reservas corporais, não houve perda de peso e ECC nos animais do presente estudo que corroborasse um possível balanço energético negativo.

Como resultado direto do catabolismo lipídico, os ácidos graxos não esterificados (NEFA) são liberados na circulação, indicando balanço energético negativo de curto prazo (REIST *et al.*, 2002; AGENAS *et al.*, 2006), fenômeno muito comum com a redução do consumo de matéria seca no periparto, geralmente resultando em perda de peso, perda de ECC e aumento nas concentrações sanguíneas de β HB e NEFA em vacas leiteiras (BARBER *et al.*, 1997; BAUMAN, 2001) e de corte (MULLINIKS *et al.*, 2013). Neste estudo, não foram observadas diferenças nas concentrações séricas de β HB entre os tratamentos, no entanto, houve efeito de interação entre dia de coleta e ordem de parto, quando as pluríparas apresentaram maior concentração de NEFA ao parto que primíparas (Figura 4), indicando uma maior taxa de lipólise do tecido adiposo (ASTESSIONO *et al.*, 2013; LOPES *et al.*, 2016), o que pode explicar os maiores valores de VLDL (Figura 3c), proteína responsável pelo transporte de ácidos graxos no sangue, fato possivelmente ocorrido pelo maior aporte de nutrientes para a produção de leite obtida nas pluríparas (Tabela 3). As concentrações de NEFA no pós-parto foram menores em comparação com o parto, e permaneceram em níveis basais durante todo o período experimental, sugerindo uma rápida recuperação do status nutricional dos animais, independente do tratamento, momento crucial para o retorno ao estro e consequente sucesso reprodutivo.

5. CONCLUSÃO

A suplementação levou a um melhor status nutricional das matrizes e seus respectivos bezerros em ambas as ordens de parto. No entanto, o ganho de peso mais elevado das primíparas suplementadas em relação às não suplementadas, corroborado por indicadores de status proteico como a menor albumina nas primíparas não suplementadas, indicam que esta categoria tem maior potencial de resposta à suplementação múltipla.

RECONHECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- AGENAS, S. *et al.* Indicators of under nutrition in cattle. **Animal Welfare**. v. 15, n. 2, p. 149-160. 2006.
- ALMEIDA, D. M. **Effects of supplementation levels on performance and metabolic and nutritional characteristics of cows, suckling female calves and heifers on grazing**. 2017. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2017.
- ASTESSIONO, A. L. *et al.* Metabolic, productive and reproductive responses to postpartum short-term supplementation in primiparous beef cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2013. v. 42, p. 53-246.
- BAUMAN, D. E. 2000. Regulation of nutrient partitioning during lactation: homeostasis and homeorhesis revisited. In: RUMINANT PHYSIOLOGY, DIGESTION, METABOLISM, GROWTH AND REPRODUCTION, 9, 2000, New York: **CABI Publishing**... p. 311–28.
- BARBER, M. C. *et al.* Lipid metabolism in the lactating mammary gland. **Biochimica et Biophysica Acta**. 1997. p. 26-101.
- BROCKMAN, R. P. e LAARVELD, B. Hormonal regulation of metabolism in ruminants; a review. **Livestock Production Science**. v. 14, n. 4, p. 313-334. 1986.
- BRSCIC, M. *et al.* Short communication: reference limits for blood analytes in Holstein late-pregnant heifers and dry cows: effects of parity, days relative to calving, and season. **Journal of Dairy Science**. v. 98, n. 11, p. 7886-7892. 2015.
- BURTIS, C. A.; BRUNS, D. E. **Tietz fundamentals of clinical chemistry and molecular diagnostics-e-book**. 7. ed. Elsevier Health Sciences, 2014. 951 p.

CALDERARO, L. V. **Efeitos da suplementação no pré-parto sobre o desempenho e características metabólicas de vacas de corte a pasto.** 2018. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2017.

CARDENAS, J. E. G. **Nutritional and metabolic evaluation of Nellore cows supplemented or not during the peripartum.** 2017. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2017.

COZZI, G. *et al.* Reference values for blood parameters in Holstein dairy cows: Effects of parity, stage of lactation, and season of production. **Journal of Dairy Science.** v. 94, n. 8, p. 3895-3901. 2011.

CUNNINGHAM, J. G.; KLEIN, B. G. **Fisiología veterinária.** 5 e.d. 2013.

DETMANN, E., *et al.* **Métodos para análise de alimentos.** 2. ed. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2021. 350 p.

FERREIRA, M. F. L. *et al.* Effects of Parity Order on Performance, Metabolic, and Hormonal Parameters of Grazing Beef Cows During Pre-calving and Lactation Periods. **BMC Veterinary Research,** v. 17, n. 1, p. 1-15. 2021a.

FERREIRA, M. F. L. *et al.* Evaluation of Non-linear Models to Predict Potential Milk Yield of Beef Cows According to Parity Order Under Grazing. **Frontiers in Veterinary Science.** v. 8. 2021b.

FRANCO, G. L. *et al.* Interação entre nutrição e reprodução em vacas de corte. **Informe Agropecuário.** v. 13, n. 292, p. 36-53. 2016.

FRIEDEWALD, W.T.; LEVY, R. I.; FREDRICKSON, D. S. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. **Clinical Chemistry.** v. 18, n. 6, p. 499-502. 1972.

GODOY, M. M. *et al.* Reproductive and metabolic parameters of Guzerá cows supplemented in pre and postpartum. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v. 33, p. 103-111. 2004.

GRUMMER, R. R.; CARROLL, D. J. A review of lipoprotein cholesterol metabolism: importance to ovarian function. **Journal of Animal Science.** v. 66, n. 12, p. 3160-3173. 1988.

GUEDON, L. *et al.* Serum cholesterol and triglycerides in postpartum beef cows and their relationship to the resumption of ovulation. **Theriogenology.** v. 51, n. 7, p. 1405-1415. 1999.

HENRIQUES, L. T. *et al.* Avaliação de modelos não-lineares e da relação do consumo voluntário de vacas primíparas e de bezerros com a curva de lactação de vacas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v. 40, p. 1287-1295. 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL – INMET. Dados meteorológicos. Brasília - DF, 2018. Disponível em: <https://tempo.inmet.gov.br/> Acesso em: 07/09/2022.

- JOHNSON, C. R. *et al.* Influence of milk production potential on forage dry matter intake by multiparous and primiparous Brangus females. **Journal of Animal Science**. v. 81, n. 7, p. 1837-1846. 2003.
- KAPPEL, L. C. *et al.* Relationship between fertility and blood glucose and cholesterol concentrations in Holstein cows. **American Journal of Veterinary Research**. v. 45, n. 12, p. 2607-2612. 1984.
- LARSON, B. L. **Lactation**. Ames: Iowa State University Press; 1985.
- LAZZARINI, I. *et al.* Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 38, p. 2021-2030. 2009.
- LOPES, S. A. *et al.* 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. 2016.
- McGUIRE, M. A. *et al.* Insulin-like growth factors and binding proteins in ruminants and their nutritional regulation. **Journal of Animal Science**. v. 70, n. 9, p. 2901-2910. 1992.
- MULLINIKS, J.T. *et al.* Does β -hydroxybutyrate concentration influence conception date in young postpartum range beef cows. **Journal of Animal Science**. v. 91, n. 6, p. 2902-2909. 2013.
- NASROLLAHI, S. M. *et al.* Feeding behaviors, metabolism, and performance of primiparous and multiparous dairy cows fed high-concentrate diets. **Livestock Science**. v. 198, p. 115-119. 2017.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - **NRC**. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 408 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – **NRC**. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 8. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2016.
- NEAVE, H. W. *et al.* Parity differences in the behavior of transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v. 100, n. 1, p. 548-561. 2017.
- NOGUEIRA, A. P. C. *et al.* Performance of Nellore primiparous cows and calves submitted to different management of weaning. **Boletim de Indústria Animal**. v. 71, n. 1, p. 26-33. 2014.
- NOGUEIRA, E. *et al.* Nutrição aplicada à reprodução de bovinos de corte. **Embrapa Pantanal**-Capítulo em livro científico (ALICE). 2015.
- PEEL, C. J. *et al.* Effect of exogenous growth hormone in early and late lactation on lactational performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v. 66, n. 4, p. 776-782. 1983.
- REIST, M. *et al.* Estimation of energy balance at the individual and herd level using blood and milk traits in high-yielding dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v. 85, n. 12, p. 3314-3327. 2002.

RUAS, J. R. M. *et al.* Concentrações plasmáticas de colesterol, glicose e ureia em vacas zebuínas em relação à condição corporal e ao status reprodutivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 29, n. 6, p. 2036-2042. 2000a.

RUAS, J. R. M. *et al.* Efeito da suplementação proteica a pasto sobre consumo de forragens, ganho de peso e condição corporal em vacas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 29, p. 930-934. 2000b.

RUEGG, P. L. *et al.* Relation among body condition score, milk production, and serum urea nitrogen and cholesterol concentrations in high-producing Holstein dairy cows in early lactation. **American Journal of Veterinary Research**. v. 53, n. 1, p. 5-9. 1992.

SANTOS, G. B. *et al.* Metabolic, follicular and embryo production responses of postpartum crossbred Holstein× Gir dairy cows fed diets with different energy levels. **Animal Production Science**. v. 59, n. 8, p. 1446-1453. 2018.

SAQIB, M. N. *et al.* Changes in postpartum metabolites and resumption of ovarian cyclicity in primiparous and multiparous dairy cows. **Applied Biological Chemistry**. v. 61, n. 1, p. 107-111. 2018.

SHARMA, B. K.; VANDEHAAR, M. J.; AMES, N. K. Expression of insulin-like growth factor-I in cows at different stages of lactation and in late lactation cows treated with somatotropin. **Journal of Dairy Science**. v. 77, n. 8, p. 2232-2241. 1994.

SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4., Viçosa. **Anais [...]** Viçosa: SIMCORTE, 2004. p. 34-69. Tema: Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão sistêmica.

SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6., INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF BEEF CATTLE PRODUCTION, 2., 2008, Viçosa. **Anais [...]** Viçosa: SIMCORTE, 2008. p. 275-306. Tema: Bovinocultura funcional nos tópicos.

SIMPOSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 7., INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF BEEF CATTLE PRODUCTION, 3., 2010, Viçosa. **Anais [...]** Viçosa: SIMCORTE, 2010. p. 191-240. Tema: Otimização do uso de recursos forrageiros basais.

SOTELO, D. P. *et al.* Performance and metabolic status of grazing beef heifers receiving increasing protein supplementation pre-and postpartum. **Animal Production Science**. v. 59, n. 7, p. 1244-1252. 2018.

TIENKEN, R. *et al.* Effects of an energy-dense diet and nicotinic acid supplementation on production and metabolic variables of primiparous or multiparous cows in periparturient period. **Archives of Animal Nutrition**. v. 69, n. 5, p. 319-339. 2015.

VIZCARRA, J. A.; WETTEMANN, R. P.; SPITZER, J. C.; MORRISON, D. G. Body condition at parturition and postpartum weight gain influence luteal activity and concentrations of glucose, insulin, and nonesterified fatty acids in plasma of primiparous beef cows. **Journal of Animal Science**. v. 76, n. 4, p. 927-936. 1998.

WATHES, D. C. *et al.* Differences between primiparous and multiparous dairy cows in the

inter-relationships between metabolic traits, milk yield and body condition score in the periparturient period. **Domestic Animal Endocrinology**. v. 33, n. 2, p. 203-225. 2007.

WHITAKER, D. A. *et al.* Use of metabolic profiles in dairy cattle in tropical and subtropical countries on smallholder dairy farms. **Preventive Veterinary Medicine**. v. 38, n. 2-3, p. 119-131. 1999.

CAPÍTULO 2 - ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO À BASE DE FARELO DE TRIGO E UREIA PARA BEZERROS DE CORTE LACTANTES EM CREEP-FEEDING

RESUMO

OLIVEIRA, Camila Andressa Silva, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2022. **Estratégias de suplementação à base de farelo de trigo e ureia para bezerros de corte lactantes em creep-feeding.** Orientador: Mário Fonseca Paulino. Coorientadoras: Cláudia Batista Sampaio e Luciana Navajas Rennó.

Objetivou-se avaliar os efeitos de estratégias de suplementação à base de farelo de trigo e ureia, sob características nutricionais e metabólicas de bezerros de corte lactentes e suas mães em pastagem tropical. Ambos os suplementos com 20% de proteína bruta, sendo o suplemento 1 à base de fubá de milho e farelo de trigo e o suplemento 2 à base de farelo de trigo e ureia. Foram utilizados 50 bezerros da raça Nelore, em fase de amamentação, com média de 93 dias e $108 \pm 16,5$ kg de peso corporal inicial (PC). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Os tratamentos foram: C- controle fornecimento apenas de mistura mineral pelos 160 dias; MM- fornecimento do suplemento 1 pelos 160 dias; TT- fornecimento do suplemento 2 pelos 160 dias; MT- fornecimento do suplemento 1 nos primeiros 80 dias e suplemento 2 nos 80 dias seguintes; TM- fornecimento do suplemento 2 nos primeiros 80 dias e suplemento 1 nos 80 dias seguintes. A suplementação surtiu efeito no consumo e digestibilidade de PB e na relação PB:MOD ($P \leq 0,03$), mas não interferiu no consumo de MSL ($P > 0,40$). Houve efeito da suplementação ($P < 0,01$) para o consumo de compostos nitrogenados, excreção de NUU, sendo maiores nos tratamentos suplementados, e os maiores valores de E_{mic} e da relação N_{mic}:N_{cons} foram encontrados no tratamento controle. Não houve efeito ($P > 0,47$) dos tratamentos sobre N_{mic} e PA. Houve efeito suplementação ($P \leq 0,03$) sobre o consumo em relação ao peso corporal de MS e MSF, sendo o menor consumo total de MS encontrado no tratamento controle, mesmo tratamento com maior consumo de MSF. Animais suplementados, independente da estratégia utilizada, tiveram melhor desempenho do que aqueles não suplementados ($P \leq 0,01$), mas não houve diferença entre as estratégias de suplementação. A suplementação não interferiu ($P > 0,78$) no GMD, PC, ECC, produção e composição do leite das matrizes. Houve efeito da suplementação para os níveis plasmáticos de glicose, sendo maiores nos tratamentos MM e TM, mas não interferiu nas concentrações sanguíneas de IGF-1 e demais metabólitos. Conclui-se a

suplementação de bezerros de corte lactentes em pastagem tropical na quantidade de 7g.kg-1 de peso corporal fornecida em creep feeding possibilita ganhos de peso adicionais, sendo tanto à base de fubá de milho e farelo de soja, quanto à base de farelo de trigo e ureia.

Palavras-chave: Desempenho. Cria. Perfil Metabólico. Nutrição. Período De Cria. IGF-1.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Camila Andressa Silva, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, October, 2022. **Wheat bran and urea supplementation strategies for lactating beef calves in creep-feeding.** Adviser: Mário Fonseca Paulino. Co-advisers: Cláudia Batista Sampaio and Luciana Navajas Rennó.

The objective was to evaluate the effects of two types of supplements on the performance, nutritional and metabolic characteristics of suckling beef calves and their mothers on tropical pastures. Both supplements with 20% crude protein, supplement 1 based on cornmeal and wheat bran and supplement 2 based on wheat bran and urea. Fifty Nelore calves were used, in the lactation phase, with an average of 93 days and 108 ± 16.5 kg of initial body weight (BW). The experimental design was completely randomized. The treatments were: C- control supplying only mineral mixture for 160 days; MM- supply of supplement 1 for 160 days; TT- supply of supplement 2 for 160 days; MT- supply of supplement 1 in the first 80 days and supplement 2 in the following 80 days; TM- supply of supplement 2 in the first 80 days and supplement 1 in the following 80 days. Supplementation had an effect on the consumption and digestibility of CP and on the CP:MOD ratio ($P \leq 0.03$), but did not affect the consumption of MSL ($P > 0.40$). There was an effect of supplementation ($P < 0.01$) for the consumption of nitrogen compounds, NUU excretion, which were higher in the supplemented treatments, and the highest values of Emic and Nmic:Ncons ratio were entered in the control treatment. There was no effect ($P > 0.47$) of treatments on Nmic and PA. There was a supplementation effect ($P \leq 0.03$) on the consumption in relation to the body weight of DM and MSF, with the lowest total consumption of DM found in the control treatment, the same treatment with the highest consumption of MSF. Supplemented animals, regardless of the strategy used, performed better than non-supplemented ones ($P \leq 0.01$), but there was no difference between supplementation strategies. Supplementation did not interfere ($P > 0.78$) on ADG, BW, ECC, milk production and composition of the sows. There was an effect of supplementation on plasma glucose levels, being higher in MM and TM treatments, but it did not affect blood concentrations of IGF-1 and other metabolites. It is concluded that the supplementation of suckling beef calves on tropical pasture in the amount of $7 \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ of body weight provided in creep feeding allows additional weight gains, being either based on cornmeal and soybean meal, or based on of wheat bran and urea.

Keywords: Performance. Create. Metabolic Status. Pre-Weaning Period. Nutrition. IGF-1.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a maioria dos bovinos abatidos são provenientes de sistemas a pasto (LOBATO, 2014), porém o sucesso da fase de terminação está diretamente ligado à qualidade dos bezerros desmamados, uma vez que é neste período em que os ruminantes apresentam altas taxas de crescimento, conversão alimentar e deposição de tecido muscular; podendo o peso à desmama ser superior a 50% do peso final ao abate (MARQUES *et al.*, 2005; SILVEIRA *et al.*, 2001).

Neste período de cria, à medida que os bezerros se desenvolvem, aumenta-se a exigência nutricional, no entanto os nutrientes fornecidos pelo leite e pasto não são suficientes para se atingir ganhos ótimos (CARVALHO *et al.*, 2019). Assim, a prática de suplementação de bezerros de corte a pasto em creep feeding visa proporcionar uma disponibilidade de nutrientes mais equilibrada, favorecendo, inclusive, o aproveitamento da energia proveniente das pastagens (CARVALHO *et al.*, 2019). Contudo, o elevado preço dos grãos utilizados na suplementação onera o custo de produção, requerendo uma visão sob a ótica da bovinocultura de precisão, que tem por objetivo utilizar estratégias que contribuam para redução dos custos da suplementação, otimizando o uso de insumos através de um planejamento bem traçado (PAULINO *et al.*, 2006. b). Contudo a adoção desta estratégia pode elevar o custo de produção, sendo necessário a busca por alimentos alternativos que possam diminuir o custo do suplemento.

Uma das fontes na tentativa de redução do custo do suplemento é a ureia, fonte de nitrogênio não proteico que é rapidamente hidrolisado a amônia no rúmen (BURQUE *et al.*, 2008), que pode ser utilizado no processo de síntese de proteína microbiana. No entanto, a utilização da ureia na suplementação de bezerros ainda é questionada por sua baixa aceitabilidade e à potencial toxidez (SIGNORETTI *et al.*, 2011), uma vez que os bezerros não são efetivamente ruminantes até o quarto mês de idade (PORTO *et al.*, 2009). Portanto, até atingir esta idade, apresentam maior sensibilidade à qualidade da proteína fornecida, onde apenas aquelas altamente digestíveis e com adequado perfil de aminoácidos são desejáveis (ZAMPERLINI, 2008).

Assim, objetivou-se no presente estudo avaliar os efeitos de dois tipos de suplemento sob o desempenho, características nutricionais e metabólicas de bezerros de corte

lactentes e suas matrizes correspondentes em pastagem tropical.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos envolvendo animais neste estudo foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais de Produção (CEUAP) da Universidade Federal de Viçosa, MG - Brasil, sob protocolo número 53/2021.

2.1. Local, animais, delineamento experimental, manejo e dietas

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Viçosa, MG, Brasil (20° 45' S, 42° 52' W), entre os meses de janeiro e junho, referente aos períodos das águas e de transição águas-seca. As áreas experimentais utilizadas são localizadas em região montanhosa, com 670 m de altitude, constituídas de 10 piquetes formados por pastagem de *Uruchloa decumbens* (área média de 1,23 ha.par vaca-bezerro⁻¹). Durante o período no qual ocorreu o estudo, a temperatura média e precipitação total foram de 21,7°C e 239,6 mm (INMET- Estação Viçosa A510), respectivamente.

Foram utilizados 50 bezerros da raça Nelore, machos, lactentes, com média de 93±0,9 dias e 108±16,5 kg de peso corporal inicial (PC), acompanhados por suas respectivas mães com média de 7 anos, 503±51,6 kg de PC e 6,3±0,33 de ECC (segundo uma escala de 1 a 9 pontos sugerida pelo NRC, 2016). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 5 tratamentos, onde foram avaliadas 5 estratégias de suplementação: (C) controle fornecimento apenas de mistura mineral pelos 160 dias; (MM) fornecimento do suplemento 1 pelos 160 dias; (TT) fornecimento do suplemento 2 pelos 160 dias; (MT) fornecimento do suplemento 1 nos primeiros 80 dias e suplemento 2 nos 80 dias seguintes; (TM) fornecimento do suplemento 2 nos primeiros 80 dias e suplemento 1 nos 80 dias seguintes. Ambos os suplementos foram formulados para conter 200g PB.kg⁻¹ MS de suplemento fornecido diariamente (Tabela 1).

Cada piquete foi provido de 2 comedouros conjuntos cobertos e com acesso pelos dois lados, a fim de minimizar as interferências sobre o comportamento de pastejo, sendo um dos comedouros de acesso livre a todos os animais e o outro de acesso restrito aos bezerros (creep feeding), onde, às 11 h, foi fornecido diariamente o suplemento na quantidade de 7 g.kg⁻¹ de PC, como sugerido por Carvalho *et al.* (2019), sendo o ajuste da quantidade ofertada

realizado a cada 28 dias após pesagem às 7 h dos animais. Todos os animais do estudo, vacas e bezerros, receberam mistura mineral *ad libitum*.

Para minimizar os possíveis efeitos dos piquetes nos tratamentos experimentais, os animais foram rotacionados entre os piquetes a cada 14 dias, para que cada grupo ficasse em cada piquete durante o mesmo período de tempo.

2.2. Procedimentos experimentais e amostragens

Os animais foram submetidos a 10 dias de adaptação à dieta e área experimental, e 160 dias de avaliações. Para avaliação do desempenho e obtenção do ganho médio diário (GMD) ambos bezerros e mães foram pesados após jejum de sólidos por 16 h nos dias 01 (início do experimento) e 160 (final do experimento). Adicionalmente, foi avaliado o escore de condição corporal (ECC) das vacas por 3 avaliadores experientes e calculada a média para cada animal.

A cada 28 dias foram realizadas coletas de pasto para quantificação da disponibilidade total de matéria seca total (MST) e de matéria seca potencialmente digestível (MSpd) através do corte rente ao solo de cinco áreas delimitadas por um quadrado metálico de 0,25 m² amostradas aleatoriamente em cada piquete. No mesmo intervalo de tempo foram coletadas amostras dos ingredientes do concentrado e do pasto via simulação manual de pastejo para avaliação qualitativa do pasto consumido pelos animais. Todas as amostras foram pesadas, secas (55°C por 72 h) e moídas em moinho Wiley (modelo 3, Arthur H. Thomas, Filadélfia, PA), passadas por uma peneira de 2 mm, reservada a metade da amostra e novamente moídas, desta vez utilizando uma peneira de 1 mm.

Aos 144 dias experimentais foi realizado o ensaio para avaliação do consumo voluntário e digestibilidade dos bezerros (ECD). Nos primeiros 8 dias foi infundido o indicador dióxido de titânio (TiO₂) na quantidade de 10g por bezerro.dia⁻¹, por meio de sonda esofágica, para estimar a produção de matéria seca fecal.

No 5º dia do ECD foi realizada amostragem de pasto por simulação manual de pastejo, segundo a metodologia descrita anteriormente, para estimativa do consumo voluntário de matéria seca total (pasto e suplemento), sendo a fibra insolúvel em detergente neutro indigestível (FDNi) utilizada como indicador interno.

Os primeiros 6 dias do ECD foram usados para estabilizar o fluxo do indicador no trato gastrointestinal dos animais. Já no 6º, 7º, 8º e 9º dias, às 18 h, 14 h, 10 h e 6 h

respectivamente, foram coletadas amostras de fezes após defecação espontânea, ou diretamente do reto, caso necessário, na quantidade aproximada de 200 g. Tais amostras foram pesadas e levadas imediatamente à estufa com circulação forçada de ar a 55°C por 72 h, moídas em moinho Wiley (modelo 3, Arthur H. Thomas, Filadélfia, PA), passadas por uma peneira de 2 mm, reservada a metade da amostra e novamente moídas, desta vez utilizando uma peneira de 1 mm.

Para avaliar a produção de proteína microbiana, ao 10º dia do ECD do foram coletadas duas amostras *spot* de urina de cada animal por micção espontânea 4 h antes e 4 h após o fornecimento do suplemento (SILVA JUNIOR *et al.*, 2021). As duas amostras de cada animal foram misturadas em quantidades iguais (5 mL), formando uma amostra composta, que foi diluída em 40 mL de H₂SO₄ (0,036 N) e congelada (-20°C).

No 13º dia do ECD foi realizada ordenha mecânica do tipo balde ao pé a fim de estimar a produção e composição do leite das mães. As vacas foram separadas de seus bezerros às 18 h. Às 6 h do dia seguinte foram injetadas com 2 mL de ocitocina (10 UI mL⁻¹; Ocitovet®, Brasil) na veia epigástrica superficial e imediatamente ordenhadas. A hora exata em que cada vaca foi ordenhada foi registrada, e o leite produzido foi proporcionalmente convertido em uma produção baseada em 24 h (LOPES *et al.*, 2022). O leite produzido foi corrigido para 4% de gordura (LCG_{4%}) de acordo com o NRC (2001):

$$LCG_{4\%} = (0,4 \times PL + 15 \times G) \times (100 \times PL)^{-1},$$

em que LCG_{4%} = produção de leite corrigida (kg dia⁻¹); PL = produção de leite (kg), G = gordura (%).

No último dia experimental foram realizadas amostragens de sangue às 7h, coletadas por punção da veia jugular com auxílio de tubos a vácuo com gel separador com ativador de coagulação para separação de soro (BD Vacutainer® SST® II Advance®, Brasil), e tubos a vácuo com fluoreto de sódio (inibidor glicolítico) e EDTA (anticoagulante) para separação de plasma (BD Vacutainer® Fluorinated/EDTA, Brasil). O sangue foi imediatamente centrifugado a 3600 × g por 15 min sendo o soro e o plasma armazenados em microtubos e congelados em freezer (-20°C).

2.3. Análises laboratoriais

Os procedimentos analíticos seguiram os métodos sugeridos pelo Instituto Nacional

Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Ciência Animal (INCT-CA; DETMANN *et al.*, 2012). Nas amostras de concentrado, de fezes e de simulação manual de pastejo foram quantificados os teores de matéria seca (MS) (INCT-CA G-003/1), matéria mineral (MM) (INCT-CA M-001/1), proteína bruta (PB) (INCT-CA N-001/1), extrato etéreo (EE) (INCT-CA G-005/1), fibra em detergente neutro (FDN) (INCT-CA F-002/1) com as correções para cinzas (CIDN) (INCT-CA M-002/1) e proteínas (PIDN) (INCT-CA N-004/1); e fibra insolúvel em detergente neutro indigestível (FDNi) (INCT-CA F-009/1). Nas amostras de forragem destinadas ao cálculo de disponibilidade de MS e MS_{pd} foram quantificados os teores de MS; FDN e FDNi, de acordo com os métodos descritos anteriormente. Em adição, as amostras de fezes foram avaliadas quanto à concentração de TiO₂ (INCT-CA método M-007/1).

A MS_{pd} foi estimada segundo a seguinte equação descrita por Paulino, Detmann e Valadares Filho (2008):

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

em que MS_{pd} = matéria seca potencialmente digestível (%); 0,98 = digestibilidade verdadeira do conteúdo intracelular; FDN = fibra em detergente neutro (%); FDNi = fibra insolúvel em detergente neutro indigestível (%).

A quantificação dos carboidratos não fibrosos (CNF) nas amostras de suplemento e de simulação manual de pastejo foi realizada de acordo com Detmann e Valadares Filho (2010):

$$CNF = 100 - MM - EE - FDN_{cp} - (PB - PBu + U),$$

onde MM = matéria mineral (%); EE = extrato etéreo (%); FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (%); PB = proteína bruta (%); PBu = teor de PB oriundo da ureia com sulfato de amônio (%); U = teor de ureia (%).

A excreção fecal foi estimada pela relação da quantidade de dióxido de titânio oferecido e sua concentração nas fezes:

$$EF = TiO_2 \times CF^{-1},$$

onde EF = excreção fecal (kg MS.dia⁻¹), TiO₂ = quantidade de dióxido de titânio oferecido (g.dia⁻¹), CF = concentração de dióxido de titânio nas fezes (g.kg⁻¹ MS).

O consumo voluntário de matéria seca total (MST) foi estimado segundo Detmann *et al.* (2001), utilizando o FDNi como indicador interno, a partir da seguinte equação:

$$\text{MST} = [(\text{EF} \times \text{FDNi fezes}) - (\text{CMSS} \times \text{FDNi suplemento})] \times (\text{FDNi forragem})^{-1},$$

onde EF= excreção fecal (kg.dia⁻¹); FDNi fezes= concentração de FDNi nas fezes (kg.kg⁻¹); CMMS= consumo de MS de suplemento (kg.dia⁻¹); FDNi suplemento= concentração de FDNi no suplemento (kg.kg⁻¹); FDNi forragem= concentração de FDNi na forragem (kg.kg⁻¹).

O consumo total de MS foi calculado pela soma do consumo de MST e consumo de leite (MSL).

Nas amostras de urina foram quantificadas as concentrações de creatinina, ácido úrico e ureia utilizando-se kits Bioclin® (Belo Horizonte, Brasil) em analisador bioquímico automático (Mindray BS-200E, China) no Laboratório de Fisiologia e Reprodução Animal DZO/UFV.

O volume urinário diário foi estimado empregando-se a relação entre a excreção diária de creatinina (EC), adotando-se como referência a equação proposta por Costa e Silva *et al.* (2012), e a sua concentração nas amostras *spot* como referência:

$$\text{EC (g.dia}^{-1}\text{)} = 0,0345 \times \text{PCJ}^{0,9491},$$

onde PCJ= peso corporal em jejum ($0,8800 \times \text{PC}^{1,0175}$; COSTA e SILVA *et al.*, 2016).

A alantoína foi analisada de acordo com o método colorimétrico descrito por Chen e Gomes (1992). A excreção de derivados de purina foi realizada a partir da soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretados na urina, expressas em mmol.dia⁻¹.

As purinas absorvidas (Y, mmol.dia⁻¹) foram calculadas a partir das excreções dos derivados de purinas (X, mmol.dia⁻¹), por meio da equação descrita por Barbosa *et al.* (2011):

$$Y = (X - 0,301 \times \text{PC}^{0,75}) \times 0,80^{-1},$$

onde 0,80= recuperação de purinas absorvidas como derivados de purinas; $0,301 \times \text{PC}^{0,75}$ = contribuição endógena para a excreção de purinas.

A síntese ruminal de compostos nitrogenados (Y, g Nmic.dia⁻¹) foi calculada em função das purinas absorvidas (X, mmol.dia⁻¹), por meio da equação descrita por Barbosa *et al.* (2011):

$$Y = (70X) \times (0,93 \times 0,137 \times 1000)^{-1},$$

onde 70= conteúdo de N de purinas (mg N.mol⁻¹); 0,93= digestibilidade das purinas bacterianas (mg N.mol⁻¹); 0,137= relação N-purina: N total das bactérias (CHEN e GOMES, 1992).

Nas amostras de leite foram quantificadas as concentrações de proteína, gordura, lactose e sólidos totais por espectroscopia de infravermelho (Foss MilkoScan FT120, Hillerod, Dinamarca).

Foram utilizados kits Bioclin® (Belo Horizonte, Brasil) para mensurar as concentrações plasmáticas de glicose (K82) e as concentrações séricas de ureia (K056), proteínas totais (K031), albumina (K040), colesterol total (K083) e triglicerídeos (K117). Todas as análises supracitadas, exceto IGF-1, foram realizadas em analisador bioquímico automático (Mindray Co. Ltd., BS-200E, China) no Laboratório de Fisiologia e Reprodução Animal DZO/UFV. As concentrações séricas de IGF-1 foram mensuradas por quimioluminescência em laboratório comercial (ViçosaLab, Brasil).

2.4. Análise estatística

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ij} = m + t_i + e_{ij}$$

em que, Y_{ij} = observações da variável em estudo referente ao tratamento i na repetição j ; m = média geral; t_i = efeito fixo do tratamento; e_{ijk} = erro aleatório.

Para as variáveis metabólicas, de desempenho, composição do leite, consumo, digestibilidade e excreção de compostos nitrogenados foi realizada análise de variância adotando $\alpha = 0,10$ com o nível crítico de probabilidade de erro tipo I. O teste de Tukey foi utilizado para analisar diferenças entre as médias das variáveis em estudo. Os resíduos foram verificados quanto a normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett adotando $\alpha = 0,10$ como nível crítico de probabilidade de erro tipo I. Todos os procedimentos foram realizados no software R, pacote Agricolae.

3. RESULTADOS

3.1. Disponibilidade de forragem

A massa média diária de MS e MS_{pd} no estudo foi de 164,29 e 111,39 g.kg⁻¹ PC, respectivamente, esta última representando 67,8% de potencial utilização da massa de forragem disponível, sugerindo que a disponibilidade de forragem não limitou a resposta produtiva dos

animais. Para as amostras de forragem coletadas via simulação manual de pastejo durante o período experimental, o teor médio de proteína bruta foi de 76,1 g.kg⁻¹ MS (Tabela 1).

Tabela 1- Ingredientes e composição química dos suplementos e da forragem consumidos pelos animais durante o período experimental (g.kg⁻¹).

Item	Suplemento 1 ¹	Suplemento 2 ¹	Forragem 1 ^{1,2}	Forragem 2 ^{1,3}
Milho fubá	700	-	-	-
Farelo de soja	300	-	-	-
Farelo de trigo	-	980	-	-
Ureia/SA (9:1)	-	20	-	-
MS	810,31±0,5	814,69±0,9	258,95±2,6	265,83±2,9
MO	972,66±0,2	949,59±0,1	914,14±0,9	915,50±0,6
PB	182,54±1,2	195,46±1,7	76,07±1,4	79,95±1,4
EE	8,92±0,1	9,19±0,2	13,58±0,3	11,94±0,2
FDNcp	116,44±0,3	342,88±0,9	636,06±3,0	647,22±3,1
FDNi	14,04±0,2	117,43±0,3	279,67±6,6	214,32±6,7
CNF	687,25±1,2	421,39±1,9	219,18±5,6	397,35±5,3

SA: sulfato de amônio; MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDNcp: fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDNi: fibra insolúvel em detergente neutro indigestível; CNF: carboidratos não fibrosos. ¹ média ± erro padrão da média; ² Amostras obtidas por simulação manual de pastejo durante o período experimental; ³ Amostras obtidas por simulação manual de pastejo durante o ensaio de consumo e digestibilidade; * Composição da mistura mineral: fosfato bicálcico (500); cloreto de sódio (471,9); sulfato de zinco (15,0); sulfato de cobre (7,0); sulfato de manganês (5,0); sulfato de cobalto (0,5); iodato de potássio (0,5) e selenito de sódio (0,1).

A ingestão voluntária (kg.dia⁻¹) de MS, MO, PB, CNF, NDT e MOD foram maiores para os animais que receberam suplementação quando comparados ao tratamento controle (P<0,03; Tabela 2). Para os consumos de MSL e EE não foram encontradas diferenças entre os tratamentos (P>0,40). Entre os animais que receberam suplemento múltiplo, observou-se diferença entre os consumos de FDNcp, CNF, NDT, FDNi, FDNcpD e na relação PB: MOD (P<0,03). No que se refere ao consumo em relação ao peso corporal (g.kg PC⁻¹) houveram diferenças entre os tratamentos para o consumo de MS, MSF, MO, FDNcp e FDNi (P≤0,09), sendo o menor consumo total de MS encontrado no tratamento controle, mesmo tratamento com maior consumo de MSF (Tabela 2).

Houve aumento (P≤0,03) na digestibilidade da MO, PB, CNF e MOD na

alimentação de bezerros de corte recebendo suplemento múltiplo, enquanto as digestibilidades da MS e do EE não foram afetadas pelos tratamentos. O consumo de compostos nitrogenados aumentou nos tratamentos em que houve fornecimento de suplemento múltiplo ($P < 0,01$), levando a um aumento na excreção de NUU ($P < 0,01$; Tabela 4), porém os maiores valores de Emic e da relação Nmic:Ncons foram encontrados no tratamento controle ($P < 0,03$). Não houve efeito dos tratamentos sobre Nmic e PA ($P > 0,47$).

3.2. Resposta produtiva

Bezerros lactentes suplementados apresentaram GMD maior que aqueles não suplementados ($P \leq 0,01$), refletindo em maior PCf ($P < 0,01$), no entanto não houveram diferenças entre os tratamentos que receberam suplementação ($P > 0,10$; Tabela 5).

A suplementação dos bezerros não interferiu no GMD, PC e ECC das respectivas mães ($P > 0,78$; Tabela 5), assim como não influenciou na produção e composição do leite das vacas ($P > 0,10$; Tabela 3).

Tabela 2- Efeito das estratégias nutricionais sobre consumo voluntário de bezerros de corte lactentes em pastagens tropicais.

Item	Tratamentos					EPM ¹⁹	P
	C ¹⁴	MM ¹⁵	TT ¹⁶	MT ¹⁷	TM ¹⁸		
	kg.dia ⁻¹						
MS ¹	2,946 b	3,885 a	3,899 a	3,723 a	3,694 a	0,314	0,004
MSF ²	2,063	1,756	1,919	1,640	1,542	0,263	0,192
MSL ⁴	0,812	0,701	0,678	0,693	0,818	0,063	0,580
MO ⁵	2,644 b	3,644 a	3,612 a	3,453 a	3,465 a	0,283	0,001
PB ⁶	0,337 b	0,530 a	0,591 a	0,594 a	0,534 a	0,007	<0,001
EE ⁷	0,326	0,266	0,295	0,262	0,340	0,012	0,401
FDNcp ⁸	1,379 abc	1,231 bc	1,644 a	1,577 ab	1,180 c	0,119	0,014
CNF ⁹	0,615 c	1,402 a	0,999 b	0,928 b	1,250 a	0,028	<0,001
NDT ¹⁰	2,217 b	2,840 a	2,922 a	2,698 ab	2,821 a	0,236	0,025
FDNi ¹¹	0,425 b	0,356 b	0,579 a	0,597 a	0,386 b	0,010	<0,001
MOD ¹²	1,825 b	2,700 a	2,722 a	2,533 a	2,629 a	0,213	<0,001
FDNcpD ¹³	1,143 ab	1,006 b	1,397 a	1,233 a	0,922 b	0,081	0,006
PB: MOD	184,82 c	198,37 bc	221,17 ab	234,75 a	203,00 bc	12,004	<0,001
	g.kg PC ⁻¹						
MS	12,616 b	15,436 a	17,185 a	15,239 a	15,729 a	4,975	0,002
MSF	9,060 a	6,874 ab	8,534 ab	6,722 ab	6,602 b	5,875	0,090
MO	11,599 b	14,486 a	15,918 a	14,132 a	14,754 a	4,142	<0,001
FDNcp	5,889 ab	5,010 b	7,281 a	6,468 ab	5,050 b	2,335	0,008
FDNi	1,855 b	1,496 b	2,550 a	2,449 a	1,651 b	0,162	<0,001

¹ MS: matéria seca; ² MSF: matéria seca de forragem; ³ MSS: matéria seca de suplemento; ⁴ MSL: matéria seca do leite; ⁵ MO: matéria orgânica; ⁶ PB: proteína bruta; ⁷ EE: estrato etéreo; ⁸ FDNcp: fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas; ⁹ CNF: carboidratos não fibrosos; ¹⁰ NDT: nutrientes digestíveis totais; ¹¹ FDNi: fibra insolúvel em detergente neutro indigestível; ¹² MOD: matéria orgânica digerida; ¹³ FDNcpD: fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas digestível; ¹⁴ C: fornecimento apenas de mistura mineral pelos 160 dias; ¹⁵ MM: fornecimento do suplemento 1 pelos 160 dias; ¹⁶ TT: fornecimento do suplemento 2 pelos 160 dias; ¹⁷ MT: fornecimento do suplemento 1 nos primeiros 80 dias e suplemento 2 nos 80 dias seguintes; ¹⁸ TM: fornecimento do suplemento 2 nos primeiros 80 dias e suplemento 1 nos 80 dias seguintes; ¹⁹ EPM: erro padrão da média. Letras diferentes na linha indicam diferenças significativas entre as médias (P<0,10).

Tabela 3- Efeito das estratégias nutricionais para bezerros lactentes sobre a produção e composição de leite de vacas de corte em pastagens tropicais

Item	Tratamentos					EPM ¹¹	P
	C ⁶	MM ⁷	TT ⁸	MT ⁹	TM ¹⁰		
LCG 4% ¹	7,21	5,55	6,83	5,44	6,94	3,775	0,165
Gord ²	5,23	4,60	5,49	4,46	5,60	1,292	0,102
Prot ³	3,58	3,57	3,61	3,60	3,63	0,096	0,993
Lac ⁴	4,54	4,54	4,24	4,49	4,34	0,062	0,101
ST ⁵	14,31	13,85	14,07	13,98	14,70	1,129	0,432

¹ LCG 4%: Produção de leite corrigida para 4% de gordura (kg dia-1); ² Gord: Gordura (g kg-1); ³ Prot: Proteína (g kg-1); ⁴ Lac: Lactose (g kg-1); ⁵ ST: Sólidos Totais (g kg-1); ⁶ C: fornecimento apenas de mistura mineral pelos 160 dias; ⁷ MM: fornecimento do suplemento 1 pelos 160 dias; ⁸ TT: fornecimento do suplemento 2 pelos 160 dias; ⁹ MT: fornecimento do suplemento 1 nos primeiros 80 dias e suplemento 2 nos 80 dias seguintes; ¹⁰ TM: fornecimento do suplemento 2 nos primeiros 80 dias e suplemento 1 nos 80 dias seguintes; ¹¹ EPM: erro padrão da média.

Tabela 4- Efeito das estratégias nutricionais sobre a digestibilidade total e síntese de compostos nitrogenados das dietas experimentais de bezerros de corte lactentes em pastagens tropicais.

Item	Tratamentos					EPM ¹⁸	P
	C ¹³	MM ¹⁴	TT ¹⁵	MT ¹⁶	TM ¹⁷		
Digestibilidade total							
MS ¹	0,672	0,716	0,723	0,703	0,727	0,002	0,139
MO ²	0,698 b	0,759 a	0,754 a	0,735 ab	0,759 a	0,002	0,029
PB ³	0,666 c	0,696 bc	0,757 ab	0,785 a	0,750 ab	0,005	0,004
EE ⁴	0,812	0,770	0,688	0,768	0,818	0,020	0,286
FDNcp ⁵	0,827 ab	0,813 ab	0,850 a	0,782 b	0,784 b	0,002	0,003
CNF ⁶	0,354 c	0,702 a	0,572 b	0,568 b	0,689 ab	0,012	<0,001
MOD ⁷	613,64 b	712,97 a	698,87 a	681,98 ab	711,85 a	16,5	0,008
Síntese e excreção de nitrogênio							
PA ⁸	189,80	120,23	142,71	143,48	134,94	18,540	0,467
Ncons ⁹	53,86 b	82,39 a	94,60 a	94,96 a	87,53 a	5,983	<0,001
Nmic ¹⁰	104,28	66,06	78,40	78,83	74,17	6,021	0,467
Emic ¹¹	247,36 a	123,79 b	133,58 b	139,53 b	130,72 b	20,300	0,029
Nmic:Ncons	1,97 a	0,76 b	0,99 b	0,82 b	0,85 b	0,492	0,004
NUU ¹²	32,70 c	45,06 ab	46,99 a	38,48 abc	37,51 bc	63,020	0,003

¹ MS: matéria seca; ² MO: matéria orgânica; ³ PB: proteína bruta; ⁴ EE: estrato etéreo; ⁵ FDNcp: fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas; ⁶ CNF: carboidratos não fibrosos; ⁷ MOD: matéria orgânica digestível; ⁸ PA: Purinas absorvidas (mmol.dia⁻¹); ⁹ Ncons: nitrogênio consumido (g.dia⁻¹); ¹⁰ Nmic: síntese ruminal de compostos nitrogenados (g.dia⁻¹); ¹¹ Emic: eficiência microbiana (g.kg MOD⁻¹); ¹² NUU: excreção de nitrogênio ureico na urina (g.dia⁻¹); ¹³ C: fornecimento apenas de mistura mineral pelos 160 dias; ¹⁴ MM: fornecimento do suplemento 1 pelos 160 dias; ¹⁵ TT: fornecimento do suplemento 2 pelos 160 dias; ¹⁶ MT: fornecimento do suplemento 1 nos primeiros 80 dias e suplemento 2 nos 80 dias seguintes; ¹⁷ TM: fornecimento do suplemento 2 nos primeiros 80 dias e suplemento 1 nos 80 dias seguintes; ¹⁸ EPM: erro padrão da média. Letras diferentes na linha indicam diferenças significativas entre as médias (P<0,10).

Tabela 5- Efeito das estratégias nutricionais no desempenho de bezerros de corte lactentes e suas mães em pastagens tropicais.

Item	Tratamentos					EPM ¹⁰	P
	C ⁵	MM ⁶	TT ⁷	MT ⁸	TM ⁹		
PCi ¹	115,8	107,3	110,6	108,1	106,4	5,890	0,711
PCf ²	231,3 b	260,5 a	254,2 a	265,7 a	253,9 a	6,110	<0,001
GMD ³	0,719 b	0,851 a	0,762 ab	0,849 a	0,770 ab	0,008	0,010
	Matrizes						
PCi	493,5	511,8	503,8	493,6	498,1	11,010	0,935
PCf	513,8	533,4	523,9	514,8	520,7	7,900	0,942
GMD	0,127	0,151	0,142	0,169	0,182	0,011	0,782
ECCi ⁴	6,29	6,34	6,28	6,25	6,27	0,120	0,984
ECCf	6,31	6,31	6,33	6,46	6,38	0,117	0,845

¹ PCi: peso corporal inicial (kg); ² PCf: peso corporal final (kg); ³ GMD: ganho médio diário (kg.dia⁻¹); ⁴ ECC: escore de condição corporal; ⁵ C: fornecimento apenas de mistura mineral pelos 160 dias; ⁶ MM: fornecimento do suplemento 1 pelos 160 dias; ⁷ TT: fornecimento do suplemento 2 pelos 160 dias; ⁸ MT: fornecimento do suplemento 1 nos primeiros 80 dias e suplemento 2 nos 80 dias seguintes; ⁹ TM: fornecimento do suplemento 2 nos primeiros 80 dias e suplemento 1 nos 80 dias seguintes; ¹⁰ EPM: erro padrão da média. Letras diferentes na linha indicam diferenças significativas entre as médias (P<0,10).

3.3. Perfil metabólico

Bezerros suplementados apresentaram níveis séricos de proteínas totais e globulinas mais elevados em relação àqueles não suplementados (P<0,06; Tabela 6). Os tratamentos com maiores níveis plasmáticos de glicose foram MM e TM (P<0,03), indicando que os maiores níveis de glicose no sangue estão relacionados à suplementação a base de fubá de milho e farelo de soja.

Tabela 6- Efeito das estratégias nutricionais sobre o perfil metabólico de bezerros de corte lactentes em pastagens tropicais

Item	Tratamentos					EPM ¹¹	P
	C ⁶	MM ⁷	TT ⁸	MT ⁹	TM ¹⁰		
Glicose ¹	80,47 b	87,18 a	80,78 b	80,02 b	89,09 a	2,960	0,034
IGF-1 ^{2,4}	386,89	443,60	442,20	447,80	449,44	15,230	0,692
NUS ^{1,5}	9,62	11,22	11,60	11,95	11,10	3,952	0,183
Proteínas totais ³	6,21 b	6,46 ab	6,78 a	6,68 a	6,51 ab	0,110	0,006
Albumina ³	3,00	2,99	3,07	3,13	3,03	0,026	0,320
Globulinas ³	3,21 b	3,46 ab	3,71 a	3,55 ab	3,55 ab	0,130	0,063
Colesterol total ¹	176,86	167,39	164,43	153,26	149,59	2,655	0,531
Triglicerídeos ¹	31,41	26,13	37,97	30,13	28,26	2,330	0,170

¹ Valores expressos em mg.dL⁻¹; ² Valores expressos em ng.dL⁻¹; ³ Valores expressos em g.dL⁻¹; ⁴ IGF-1: fator de crescimento semelhante à insulina; ⁵ NUS: nitrogênio ureico sérico; ⁶ C: fornecimento apenas de mistura mineral pelos 160 dias; ⁷ MM: fornecimento do suplemento 1 pelos 160 dias; ⁸ TT: fornecimento do suplemento 2 pelos 160 dias; ⁹ MT: fornecimento do suplemento 1 nos primeiros 80 dias e suplemento 2 nos 80 dias seguintes; ¹⁰ TM: fornecimento do suplemento 2 nos primeiros 80 dias e suplemento 1 nos 80 dias seguintes; ¹¹ EPM: erro padrão da média. Letras diferentes na linha indicam diferenças significativas entre as médias (P<0,10).

4. DISCUSSÃO

Ao se utilizar a forragem como componente basal na alimentação de bovinos a pasto é necessário trabalhar com o conceito MSpd (PAULINO, DETMANN e VALADARES FILHO, 2008), uma vez que considera a fração que pode ser potencialmente convertida a produto animal, integrando os fatores disponibilidade e qualidade da forrageira, independente da época do ano. A média de MSpd observada no presente estudo foi de 111,39 g.kg⁻¹ PC, superior à sugerida por Paulino *et al.* (2004) de 40 a 50 g.kg⁻¹, mostrando que a disponibilidade de forragem não limitou a resposta produtiva dos animais. Adicionalmente, o teor de PB observado na forragem coletada via simulação manual de pastejo foi de 7,6% (Tabela 1), situando-se acima limite crítico sugerido por Lazzarini *et al.* (2009) de 7% necessário para manter o crescimento microbiano ruminal, no entanto foi menor que 10%, nível considerado ótimo para o uso de substratos energéticos da forragem, justificando a suplementação nitrogenada, visando otimizar a utilização da forragem e, conseqüentemente, melhorar o desempenho animal.

O consumo de alimentos é regulado por diversos fatores que podem ser inerentes

ao animal (peso corporal, nível de produção, estágio de crescimento), ao alimento (fibra, valor energético), às condições de alimentação (disponibilidade; VAZ *et al.*, 2011), além de fatores ambientais (NRC, 2016). O efeito positivo sobre o consumo dos animais suplementados pode ser atribuído a um maior aporte de nutrientes na dieta via suplementação (Tabela 2), uma vez que o maior consumo de MSF (g.kg PC^{-1}) para o tratamento controle indica que houve efeito substitutivo da MSF pela MSS, já que não houve efeito na produção de leite pelas matrizes e no consumo de MSL entre os tratamentos, assim como ocorrido em estudos conduzidos por Lopes *et al.* (2014) e Cardenas *et al.* (2015).

Um bom indicador da correta adequação da dieta aos requerimentos do animal é a relação do consumo de PB:MOD (DETMANN *et al.*, 2014), sendo utilizada para entender os efeitos da ingestão proteica no consumo voluntário de forragem. De acordo com Reis *et al.* (2016), o consumo máximo de forragem é obtido quando a relação de PB:MOD é de aproximadamente 216g.kg^{-1} . Neste sentido, a suplementação proteico-energética, especialmente nos tratamentos com suplemento à base de trigo e ureia, levou a uma melhora na relação proteína: energia (Tabela 2). Tal resultado, aliado ao menor consumo de MSF (g.kg PC^{-1}) e os maiores valores de digestibilidade da MO, PB, CNF e MOD encontrados nos tratamentos recebendo suplementação indicam que, a pesar de haver efeito de substituição, a suplementação otimizou a digestão do pasto consumido, convertendo de forma mais eficiente o substrato basal em produto animal (LOPES *et al.*, 2014).

O tipo e a quantidade de carboidratos presentes na dieta podem afetar tanto o consumo como a digestibilidade da MS (SANTOS, 2013). Os animais que receberam suplemento múltiplo tiveram maiores taxas de digestão de CNF em relação aos que receberam apenas mistura mineral (Tabela 4), o que possivelmente ocorreu devido ao menor consumo de CNF dos animais no tratamento controle, visto que a digestibilidade aparente de CNF é proporcional ao seu consumo por diluição da fração metabólica fecal.

O farelo de trigo é um ingrediente com baixos teores de MO e CNF quando comparado ao farelo de soja e fubá de milho. Assim, com o aumento da proporção de farelo de trigo na dieta, é esperada uma queda no consumo destes componentes (DIAS *et al.*, 2010), como ocorrido para CNF no presente estudo (Tabela 2). Da mesma forma, devido ao maior conteúdo de FDNi (kg.dia^{-1} e g.kg PC^{-1}) na dieta dos tratamentos TT e MT decorrente do uso do farelo de trigo no final da cria (Tabela 1), também pôde-se observar um significativo aumento no consumo destes componentes nos referidos tratamentos (Tabela 3).

Um dos fatores determinantes na síntese de compostos nitrogenados é a

concentração de substrato presente no rúmen (ALVES *et al.*, 2014), como carboidratos, amônia, peptídeos, enxofre e ácidos graxos, já que estes afetam diretamente o crescimento microbiano (VAN SOEST, 1994; CLARK *et al.*, 1992). Assim, o maior consumo de PB, bem como de excreção de NUU para os tratamentos recebendo suplemento (Tabela 4), sugerem que há um menor percentual de nitrogênio ingerido direcionado à reciclagem e um maior percentual de nitrogênio disponível para produção. O padrão observado para NUU pode ser indicativo de uma fração de N cuja eficiência de uso pode ser otimizada e levar a um aumento da E_{mic} e da relação N_{mic}:N_{cons} nos tratamentos com suplemento. Portanto, seria necessária uma melhor sincronia da relação proteína/energia da dieta (ORTEGA *et al.*, 2020 e MORENO *et al.*, 2021).

O crescimento animal é uma medida quantitativa relacionada ao aumento da massa corporal, que está ligada a deposição de tecidos de diferentes estruturas e funções (PAULINO E RUAS, 1988). O GMD está diretamente associado ao consumo de nutrientes, e sendo este maior para os animais recebendo suplemento múltiplo, é esperado que eles também apresentassem melhor desempenho em relação aos animais do tratamento controle (Tabela 5). O maior desempenho dos animais suplementados pode ser explicado pelos maiores consumos de MS, MO, PB, CNF e MOD (Tabela 2). Atribui-se isso ao próprio consumo de suplemento, uma vez que não houve diferença no consumo de MSL e MSF.

O aumento da produção de leite pode ocorrer à medida em que o bezerro busca o leite, estimulando a glândula mamária (VARGAS Jr. *et al.*, 2011), contudo, a ingestão de sólidos pelos bezerros está correlacionada negativamente com a produção de leite (HENRIQUES *et al.*, 2011). Portanto, a suplementação de bezerros, teoricamente, resultaria na diminuição da produção de leite das vacas devido à diminuição da estimulação da amamentação (FORDYCE *et al.*, 1996). No entanto, neste estudo, a suplementação de bezerros em creep feeding não afetou a produção de leite, GMD, PC e ECC das mães, semelhante a outros estudos (GELVIN *et al.*, 2004; BARROS *et al.*, 2014; LOPES *et al.*, 2016).

A pesar da glicose ser um metabólito sanguíneo fortemente regulado por mecanismos homeostáticos (BROCKMAN e LAATVELD, 1986), o aporte de energia via suplementação elevou os teores de glicose nos tratamentos MM e TM (Tabela 6), possivelmente devido ao maior consumo de CNF nestes tratamentos na segunda metade do período da cria (Tabela 2), uma vez que este suplemento é constituído de fubá de milho e farelo de soja, alimentos que aliam o alto teor de amido facilmente digestível do milho com a proteína de fácil degradação ruminal da soja (ZAMBOM *et al.*, 2001). Com o maior aporte de glicose nos tratamentos MM e TM, seria esperado um respectivo aumento de IGF-1 e ganho de peso, uma

vez que a glicose leva a um aumento de insulina, substância que regula os receptores do hormônio GH no fígado, levando ao acoplamento de GH aos seus receptores, com consequente aumento IGF-1, regulador endócrino de crescimento muscular em bovinos (PEEL *et al.*, 1983). Tal resultado não pôde ser verificado no presente estudo (Tabela 6).

A concentração de proteínas totais no soro está intimamente relacionada às concentrações séricas de albumina e globulinas, sendo as globulinas mais relacionadas à memória imunológica dos animais do que ao metabolismo proteico em si. Já a albumina é um importante componente de reserva proteica no organismo animal, atuando como transportadora de ácidos graxos livres e aminoácidos (LAWRENCE, FOWLER e NOVAKOFSKI, 2012). Neste trabalho, tratamentos recebendo suplemento tiveram maiores teores de globulinas e proteínas totais, este último possivelmente ocorrendo devido ao maior consumo de PB pelos animais suplementados, independentemente da fonte, quando comparado ao tratamento controle.

Além de não haver alterações no consumo, digestibilidade, excreção nitrogenada e metabólitos sanguíneos relacionados ao metabolismo proteico nos tratamentos consumindo ureia, a falta de efeito entre o GMD e o PC final dos bezerros, quando comparados aos tratamentos recebendo milho, assim como em trabalho conduzido por Winter (1973), indicam que o uso da ureia em suplementos para bezerros de corte lactentes não levou a baixa aceitabilidade e possível toxidez sugerida por Signoretti *et al.* (2011), sendo uma interessante possibilidade do ponto de vista de manejo e economia do sistema produtivo.

5. CONCLUSÃO

A suplementação de bezerros de corte lactentes em pastagem tropical na quantidade de 7g.kg⁻¹ de peso corporal fornecida em creep feeding possibilita aumento no ganho de peso e melhora no status metabólico, sendo tanto à base de fubá de milho e farelo de soja, quanto à base de farelo de trigo e ureia. Na possibilidade de redução de custos utilizando-se suplementação múltipla contendo apenas farelo de trigo e ureia, esta é fortemente recomendada, sem que haja prejuízos produtivos e metabólicos.

RECONHECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível

Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. M. *et al.* Estimation of daily milk yield of Nellore cows grazing tropical pastures. **Tropical Animal Health and Production**. v. 50, n. 8, p. 1771-1777. 2018.

ALVES, E. M. *et al.* Nitrogen metabolism and microbial synthesis in sheep fed diets containing slow release urea to replace the conventional urea. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v. 36, p. 55-62. 2014.

BARBOSA, A. M. *et al.* Endogenous fraction and urinary recovery of purine derivatives obtained by different methods in Nellore cattle. **Journal of Animal Science**. v. 89, n. 2, p. 510-519. 2011.

BARROS, L. V. *et al.* Supplementation of female calves in creep feeding system and productive and nutritional parameters of beef cows on tropical pasture. **Semina: Ciências Agrárias**. 2014.

BROCKMAN, R. P. e LAARVELD, B. Hormonal regulation of metabolism in ruminants; a review. **Livestock Production Science**. v. 14, n. 4, p. 313-334. 1986.

BURQUE, A. R. *et al.* Effect of urea feeding on feed intake and performance of male buffalo calves. **Journal of Animal and Plant Sciences**. v. 18, n.1, p. 1-6. 2008.

CLARK, J. H.; KLUSMEYER, T. H. e CAMERON, M. R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v. 75, n. 8, p. 2304-2323. 1992.

CARDENAS, J. E. *et al.* Performance productive, intake and digestibility of nursing calves raised on pasture supplemented with different levels of crude protein. **Archivos de Zootecnia**. v. 64, n. 246, p. 67-174. 2015.

CARVALHO, V. V. *et al.* 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.

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

COSTA E SILVA, L. F. **Exigências nutricionais, validação de equações para a estimação da composição do corpo vazio e uso da creatinina para estimar a proporção de tecido muscular em bovinos Nelore**. 2012. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012.

COSTA E SILVA, L. F. *et al.* Exigências nutricionais de vacas de corte lactantes e seus bezerros. In: VALADARES FILHO, S. C. *et al.* **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados: BR-CORTE**. 3. ed. Viçosa: UFV, DZO, 2016. p. 283-309.

DETMANN, E. *et al.* An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**. v. 162, p. 141-53. 2014a.

DETMANN, E. *et al.* Chromium and internal markers to estimate the intake of crossbred steers, supplemented steers on pasture. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 30, p. 1600- 1609. 2001.

DETMANN, E., *et al.* **Métodos para análise de alimentos**. 1. ed. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214 p.

DETMANN, E., VALADARES FILHO, S. C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 62, p. 980-984. 2010.

DIAS, A. M. A. *et al.* Consumo e digestibilidade dos nutrientes e desempenho de caprinos recebendo farelo grosso de trigo na dieta em substituição ao milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 39, p. 831-836. 2010.

FORDYCE, G. *et al.* Alimentação de trepidação e suplementação de preparam efeitos sobre o crescimento e fertilidade do gado cruz-brahman nos trópicos secos. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. v. 36, n. 4, p. 389-395, 1996.

GELVIN, A. A. *et al.* Effect of field pea-based creep feed on intake, digestibility, ruminal fermentation, and performance by nursing calves grazing native range in western North Dakota. **Journal of animal Science**. v. 82, n. 12, p. 3589-3599. 2004.

HENRIQUES, L. T. *et al.* Evaluation of non-linear models and the effects of primiparous cows and calves intake on the lactation curve of Nelore cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 40, p. 1287-1295. 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL – INMET. Dados meteorológicos. Brasília - DF, 2018. Disponível em: <https://tempo.inmet.gov.br/> Acesso em: 07/09/2022.

LAWRENCE, T. L. J.; FOWLER, V. R.; NOVAKOFSKI, J. E. 3. ed. **Growth of farm animals**. CAB International. Cambridge, 2012. 351 p.

LAZZARINI I. *et al.* Transit and degradation dynamics of neutral detergent fiber in cattle fed lowquality tropical forage and nitrogenous compounds. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. V. 61, p. 635-47. 2009.

LOBATO, J. F. P. *et al.* Brazilian beef produced on pastures: Sustainable and healthy. **Meat Science**. v. 98, n. 3, p. 336-345. 2014.

LOPES, S. A. *et al.* 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. 2016.

LOPES, S. A. *et al.* Evaluation of nonlinear models to predict milk yield and composition of

- beef cows: a meta-analysis. **Animal Feed Science and Technology**. v. 294, p. 115455. 2022.
- LOPES, S. A. *et al.* Evaluation of supplementation plans for suckling beef calves managed on tropical pasture. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 38, n. 2, p. 1027-1039. 2017.
- LOPES, S. A. *et al.* Supplementation of suckling beef calves with different levels of crude protein on tropical pasture. **Tropical Animal Health and Production**. v. 46, n. 2, p. 379–384. 2014.
- MARQUES, J. A. *et al.* Efeitos da suplementação alimentar de bezerros mestiços sobre o peso a desmama e taxa de prenhes de vacas múltiparas Nelore. **Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal**. v. 13, n. 3, p. 92-96. 2005.
- MORENO, D. S. *et al.* Provision of a protein-rich supplement for grazing suckling female beef calves to improve productive performance and metabolic response. **Animal Bioscience**. 2021.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - **NRC**. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2000. 244 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – **NRC**. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 8. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2016.
- ORTEGA, R. M. *et al.* Supplementation levels for suckling female calves under grazing: productive and nutritional performance and metabolic profile. **Semina: Ciências Agrárias**. p. 945-958. 2020.
- PEEL, C. J. *et al.* Effect of exogenous growth hormone in early and late lactation on lactational performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v. 66, n. 4, p. 776-782. 1983.
- PORTO, M. O. *et al.* Energy sources in multiple supplements for Nelore calves in creep-feeding: productive performance, intake and digestibility of nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 38, n. 7, p. 1329–1339. 2009.
- REIS, W. L. S. *et al.* Effects of ruminal and post-ruminal protein supplementation in cattle fed tropical forages on insoluble fiber degradation, activity of fibrolytic enzymes, and the ruminal microbial community profile. **Animal Feed Science and Technology**. v. 218, p. 1-16. 2016.
- SANTOS, D. C. *et al.* Estratégias para uso de cactáceas em zonas semiáridas: novas cultivares e uso sustentável das espécies nativas. **Revista Científica de Produção Animal**. v. 15, n. 2, p. 111-121. 2013.
- SIGNORETTI, R. D. *et al.* Ureia em dietas para bovinos de origem leiteira em crescimento: consumo de nutrientes e desenvolvimento corporal. **Boletim de Indústria Animal**. v. 68, n. 2, p. 157-164. 2011.
- SILVA JÚNIOR, J. M. *et al.* Estimating purine derivatives and nitrogen compound excretion using total urine collection or spot urine samples in grazing heifers. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. v. 105, n. 5, p. 861-873. 2021.
- SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., Viçosa. **Anais [...]** Viçosa:

SIMCORTE, 2002. p. 37-52. Tema: Produção de novilho superprecoce.

SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4., Viçosa. **Anais [...]** Viçosa: SIMCORTE, 2004. p. 34-69. Tema: Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão sistêmica.

SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 5., INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF BEEF CATTLE PRODUCTION, 1., 2006, Viçosa. **Anais [...]** Viçosa: SIMCORTE, 2006. p. 361-411. Tema: Bovinocultura de precisão em pastagens.

SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6., INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF BEEF CATTLE PRODUCTION, 2., 2008, Viçosa. **Anais [...]** Viçosa: SIMCORTE, 2008. p. 275-306. Tema: Bovinocultura funcional nos trópicos.

SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 9., INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF BEEF CATTLE PRODUCTION, 5., 2014, Viçosa. **Anais [...]** Viçosa: SIMCORTE, 2014. p. 239-267. Tema: Aspectos nutricionais aplicados a bovinos em pastejo nos trópicos.

SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 9., INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF BEEF CATTLE PRODUCTION, 5., 2014, Viçosa. **Anais [...]** Viçosa: SIMCORTE, 2014. p. 139-164. Tema: Bovinocultura Otimizada.

SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 4., Viçosa. **Anais [...]** Viçosa: SIMFOR, 2008, p. 131-169. Tema: Nutrição de bovinos em pastejo.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

VARGAS Jr., F. M. de *et al.* A ingestão voluntária de matéria seca e desempenho das vacas Nelore e seus bezerros Nelore e Simental de raça cruzada x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 40, p. 2574-2581. 2011.

VAZ, R. Z. *et al.* Desenvolvimento de bezerros de corte desmamados aos 80 ou 152 dias até os 15-16 meses de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 40, p. 221-229. 2011.

WINTER, K. A. Urea as a nitrogen supplement in starter feeds for early weaned calves. **Canadian Journal of Animal Science**. v. 53, n. 2, p. 339-343. 1973.

ZAMBOM, M. A. *et al.* Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v. 23, p. 937-943. 2001.

ZAMPERLINI, B. **Concentração de proteína e cronologia de fornecimento de suplementos para bezerros lactentes sob sistema de creep feeding**. 2008. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.