

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**ESTRATÉGIAS PARA SUPLEMENTAÇÃO CONCENTRADA DE VACAS EM
LACTAÇÃO EM PASTOS DE CAPIM TANZÂNIA**

ISADORA MACEDO XAVIER

SALVADOR - BAHIA
AGOSTO - 2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**ESTRATÉGIAS PARA SUPLEMENTAÇÃO CONCENTRADA DE VACAS EM
LACTAÇÃO EM PASTOS DE CAPIM TANZÂNIA**

ISADORA MACEDO XAVIER

Zootecnista

SALVADOR - BAHIA
AGOSTO - 2023

ISADORA MACEDO XAVIER

**ESTRATÉGIAS PARA SUPLEMENTAÇÃO CONCENTRADA DE
VACAS EM LACTAÇÃO EM PASTOS DE CAPIM TANZÂNIA**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado
em Zootecnia, da Universidade Federal da
Bahia, como requisito parcial para obtenção
do título de Doutor em Zootecnia.

Área de concentração: Produção de
Ruminantes

Orientador: Prof. Dr. Douglas dos Santos Pina
Coorientador: Prof. Dr. José Esler de Freitas Júnior

**SALVADOR – BAHIA
AGOSTO - 2023**

Dados internacionais de catalogação-na-publicação
(SIBI/UFBA/Biblioteca Universitária Reitor Macedo Costa)

Xavier, Isadora Macedo.

Estratégias para suplementação concentrada de vacas em lactação em pastos de capim Tanzânia / Isadora Macedo Xavier. - 2023.

94 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Douglas dos Santos Pina.

Coorientador: Prof. Dr. José Esler de Freitas Júnior.

Tese (doutorado) - Universidade Federal da Bahia, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Salvador, 2023.

1. Zootecnia. 2. Nutrição animal. 3. Ruminantes - Alimentação e rações. 4. Bovinos de leite - Alimentação e rações. 5. Leite - Produção. 6. Forragem. I. Pina, Douglas dos Santos. II. Universidade Federal da Bahia. Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título.

CDD - 636.2


CDU - 636.2

Parecer de Defesa do Trabalho de Tese

ISADORA MACEDO XAVIER

ESTRATÉGIAS PARA SUPLEMENTAÇÃO CONCENTRADA DE VACAS EM
LACTAÇÃO EM PASTOS DE CAPIM TANZÂNIA

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 11 de agosto de 2023.

Documento assinado digitalmente
 **DOUGLAS DOS SANTOS PINA**
Data: 20/02/2024 14:54:38-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>


Dr. Douglas dos Santos Pina
UFBA
Orientador / Presidente

Documento assinado digitalmente
 **JOSE ESLEIR DE FREITAS JUNIOR**
Data: 20/02/2024 10:45:19-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Dr. José Esler de Freitas Júnior
UFBA

Documento assinado digitalmente
 **CARLINDO SANTOS RODRIGUES**
Data: 20/02/2024 13:50:15-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Dr. Carlindo Santos Rodrigues
UFBA

Documento assinado digitalmente
 **MARIA LEONOR GARCIA MELO LOPES DE ARAÚJO**
Data: 20/02/2024 07:15:16-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Dra. Maria Leonor G. M. Lopes de Araújo
Membro Externo

Documento assinado digitalmente
 **HENRY DANIEL RUIZ ALBA**
Data: 20/02/2024 14:08:40-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Dr. Henry Daniel Ruiz Alba
Membro Externo

SALVADOR – BAHIA
AGOSTO – 2023

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ISADORA MACEDO XAVIER - filha de José Divino Xavier (*In memoriam*) e Elizabete Macedo Costa Xavier, irmã de Isabel Macedo Xavier, nasceu em Ituiutaba, Minas Gerais, em 16 de janeiro de 1991. Em março de 2011 iniciou o curso de Bacharel em Zootecnia pela Universidade Federal de Mato Grosso/*Campus* Sinop. Em fevereiro de 2016, concluiu o curso e em março de 2016, iniciou o Curso de Mestrado em Zootecnia, pela mesma instituição, na área de Produção Animal. Foi presidente do Grupo de Estudos em Pecuária Integrada – GEPI, de outubro de 2016 a outubro de 2017. Em março de 2018 concluiu o Curso de Mestrado em Zootecnia na UFMT/*Campus* Sinop. Em abril de 2018 iniciou o Curso de Doutorado em Zootecnia pelo Universidade Federal da Bahia – UFBA/*Campus* de Ondina em Salvador. Em março de 2021 teve admissão como Assistente do Departamento Técnico e Pesquisa da empresa – Fortuna Nutrição Animal, localizada em Nova Canaã do Norte – MT. Em junho de 2022 concluiu o exame de qualificação para doutorado do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia. Em agosto de 2023 submeteu-se à banca examinadora para defesa da tese e conclusão do doutorado.

DEDICATÓRIA

Aos meus amados pais, José Divino Xavier – (In memoriam) e Elizabete Macedo Costa Xavier, pela total dedicação sempre, me apoiando, com sabedoria, resiliência e paciência para seguir e alcançar meus objetivos.

À minha querida irmã, Isabel Macedo Xavier, pelos cuidados, conselhos, determinação, carinho e companheirismo.

Aos amigos do coração que me acompanham nesta jornada chamada vida, considero-me uma passageira feliz com vocês ao meu lado!!

Com muito carinho,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Sim, é: Muita Emoção!! Meu momento aqui!! Primeiramente agradeço a Deus e ao meu Espírito Santo por mais esta realização e permitir que eu tenha chegado até aqui, pois Deus não dá um fardo maior do que possamos carregar. Obrigada Pai, por me mostrar a força que tenho.

Ao meu Amado pai, José Divino (*In memoriam*). Adjetivos me faltam neste momento para expressar tanta gratidão, simplesmente me incentivou do início ao fim, ele não media esforços para estar ao meu lado, independente da distância, sempre acreditou no meu potencial, e para trazer um pouco desse carinho e tamanha sabedoria, relato uma parte da nossa última conversa a qual nunca esquecerei. Ao dia 27 de julho de 2020 às 18h aguardando na sala de espera do hospital, minutos antes dele entrar no quarto de internação, meu pai com uma plenitude segurou minha mão e disse: *“Não sei por quanto tempo ficarei aqui internado, pode ser só uma noite ou até mais, por isso antes de entrar quero aproveitar e lhe dizer: nunca desista dos seus sonhos, lembre-se sempre da sua origem, mas nunca pare, veja a possibilidade e mude para o estado do Mato Grosso, sonde um emprego enquanto estiver escrevendo a tese pois seu futuro é lá, mas termine o doutorado e depois vá trabalhar”* Bem, a conversa não parou aí depois ele continuou, mas com outros temas (hahaha), e claramente, naquele exato momento eu não estava preocupada com o que havia me dito, mas arqueei no hd, pois eu só queria que ele ficasse bem logo e voltasse para casa. Por fim não houve despedida, ele saiu em um segundo que eu dei as costas (igual aquelas crianças que some de perto da mãe) sem que eu percebesse entrou para o quarto e os médicos não me deixaram entrar para despedir com um simples *“boa noite até amanhã”* pois era norma do hospital, fiquei um turbilhão de nervos e indignada? Com certeza!!! Mas voltei para casa tranquila, pois sabia que Deus estava com ele e forte pois ele havia me dito que era para voltar para casa e cuidar da minha mãe. Em suma, ele descansou nos braços de Deus no dia 28 de julho de 2020 às 13h. A partir disso, trago a vocês queridos leitores 5 lições que aprendi em menos de um dia: 1– Deus nos prepara e nos dá força nas horas mais inacessíveis e improváveis; 2 – Nesta vida somos passageiros e aprendizes; 3 – O sentido da vida não é ter, mas sim Ser! 4 – Quem fala menos ouve melhor, e quem ouve melhor aprende mais e 5 – Viva, abrace e beije como

se fosse a última vez. Sabe aquela frase na Bíblia que diz: "*Deus escreve certo por linhas tortas*"? Pois é, foi bem assim que tudo aconteceu, sete meses depois a partir daquela data. A oportunidade de trabalho no MT bateu na porta e eu entrei, e não na mesma ordem hoje posso dizer que a frase do meu pai se concretizou. Ah...como em um passe de mágica, gostaria de poder vê-lo sorrindo lá de cima e todo orgulhoso com mais esta realização, quando por pensamento eu disser: "*Acabou Zezinho, venci mais uma fase!!*" Para sempre no meu coração. Te amo pai!

À minha Rainha Elizabete, por ser alicerce, por ser afago nas horas certas, por cuidar, ensinar e inspirar, por orar todo dia, *pois é ela a oração mais forte que alguém pode fazer por você = Mãe* *(s.f)* Agora além de mãe, é também pai nas horas mais difíceis. A sua força e plenitude me inspiram!! Muito obrigada Mãe!

À minha irmã, Isabel, por cuidar, apoiar, por cada ligação, mensagens de voz, com seu jeitinho Bel de ser. Saiba que vibro por cada conquista sua!!

À minha amiga e irmã Dheyne, por mais de 10 anos me aguentando hahahaha ela é fenomenal, rara!! Enfim sem me alongar pois preciso terminar de agradecer todos e finalizar a Tese!! Obrigada pela amizade valiosa e mais verdadeira que eu já tive, depois da minha família, é a pessoa que mais acredita na minha capacidade, torce junto comigo e reza para eu defender todos os dias o doutorado para poder me dar mais serviço hahahaha ela é meu anjo da guarda em vida, muito obrigada por tudo, pelo carinho, cuidado, sabedoria, puxões de orelha, não vou me alongar pois essa amizade aqui é igual a uma ligação covalente, forte demais!!

À toda a minha família, cada um de vocês, por tantos anos torcendo para mim de longe. Muito obrigada por cada momento juntos, cada ligação, mensagem, e por entenderem a minha ausência por todo esse tempo de pós-graduação e trabalho. Agora podem me chamar de "Dotora" hahahaha pois sei que gostam.

Ao querido e renomado orientador Dr Douglas Pina, primeiramente por um ser humano valioso, que prazer foi conviver com o senhor todo esses anos de MT e BA, e quando digo valioso é como uma áurea, uma luz que brilha, por onde ele passa e fala, em seu diálogo fica nítido o quão grande é a luz que deixa nas pessoas. Ele cumpre com êxito a 3ª lição de que – O sentido da vida não é ter, mas sim Ser! Muito obrigada professor, pela orientação excepcional do início ao fim, confiança, dedicação, aprendizado, respeito, paciência e por todo o apoio nas horas mais difíceis e que mais precisei, serei eternamente

grata, por cada contribuição que teve na minha caminhada, conte sempre com a minha amizade.

Ao co-orientador e professor Dr. José Esler, pelos grandes aprendizados, pela confiança, apoio e presença durante a condução do projeto, quando não era o Douglas era você na fazenda, ou os dois juntos. Sou grata por todo auxílio prestado, até mesmo nas conversas sobre a vida nos intervalos da aula, foi muito importante na minha evolução profissional e pessoal. Muito obrigada.

Ao professor Dr Carlindo, pelo apoio na condução do projeto, por todas as dúvidas sanadas, sempre disposto a atender os alunos da melhor forma possível. Não tive a oportunidade de ser sua aluna devido a pandemia, no entanto pode contribuir com minha formação e serei grata, por cada oportunidade e apoio que direta ou indiretamente me proporcionou.

Ao professor Dr. Gleidson, pelo carisma, educação, confiança, pela avaliação do projeto e todo apoio na fazenda experimental, pela disponibilidade em me atender sempre que precisei, e claro, pelo profissional que é. Por onde passa só se escuta elogios, sempre buscando o melhor para o departamento da Zootecnia. Muito obrigada!

Ao Dr Henry Alba, obrigada por cada ajuda, pelos incentivos, sabedoria, sempre disposto a me atender da melhor forma independente da distância, estou te devendo uma visita em Salvador, então nada de ir embora para o Peru. Muito obrigada por fazer parte de mais uma avaliação.

A Dr Maria Leonor, por cada dúvida sanada, e aprendizados e claro pelos momentos de descontração quando todos reuniam no Lana na hora do almoço (todos os dias) e quando faltava alguém, essa pessoa era a Maria, “gente Maria não vai vir almoçar?” Logo depois você chegava e dizia: “Vocês já iam almoçar sem mim neh, hum!” Ao mesmo tempo que era brava era toda delicada e sentimental. Muito obrigada por tudo!

Aos demais professores da Zootecnia - UFBA e UFMT, que fizeram parte desta caminhada e por todo o conhecimento repassado e terem colaborado com o meu crescimento profissional e pessoal, muito obrigada!

A todos os amigos da pós-graduação que tive o prazer de conviver, os quais foram muitos, foram meses e alguns até anos trabalhando juntos e dividindo o mesmo espaço seja na Faz. Experimental de São Gonçalo ou no Lana da UFBA – Campus Ondina, nossa versão capital. Éramos felizes tanto nas horas de trabalho, passando perrengue na fazenda e como nos momentos de diversão que com certeza serão lembrados para sempre, cada

um deles. Por cada um de vocês que me auxiliaram nesta pesquisa direta ou indiretamente: Layse, Cláudia, Márcia, Fernanda, Pâmela, Suzi, Lívio, Camila, Dallyson, Florence, Henry, Maria, Gisele, William, Sarah, Leandro, Antônio, Thomaz, Pedro, Matheus, Débora, Victória, Neiri, Daniela e demais colegas que talvez eu tenha esquecido de mencionar, a todos o meu muitíssimo obrigada, sem vocês a minha pós-graduação jamais teria sido a mesma.

Aos talentosos graduandos, filhos amados que puderam estar comigo nos finais de semana de coleta: Malu, Larissa, Hugo, José Octávio, Edgar, Sílvia, Maria Clara Ana Júlia, Murilo, Manuela, Lucas, por cada momento que estivemos juntos, durante a realização do experimento e na amizade, sempre juntos auxiliando e nunca deram um passo para trás. Hoje já são formados, alguns novos mestrandos e grandes profissionais nesse mundo a fora. Obrigada por todo o apoio, sem vocês nada disso teria acontecido.

Aos colaboradores da Faz. Experimental de São Gonçalo dos Campos, os quais foram a base no dia a dia do experimento seja no curral e nos serviços da fazenda: Sr Antônio, Duquinha, Marcelo, Reginaldo, Cabeça, Sr Cheiro e Edgar. Aos seguranças: João, Castro. As tias da cozinha com os almoços prontos sempre no mesmo horário, sempre tentando fazer o que agradava a cada estudante e os lanches requisitados nos dias de coleta. Além da cozinha eram as responsáveis por deixarem o ambiente mais agradável: Tia Joana (e sua família), Jô e Simone (e suas histórias hilárias). Todos vocês foram de suma importância!! Muito obrigada por cada momento juntos, auxílio, paciência nos dias de coleta, e pela amizade conquistada e conversas de descontração.

Aos animais da pesquisa, 12 vacas mestiças, Gatinha, Dora, Luana, Roseira, Rosana, Gostosa, Pandora, Ângela, Mireli, Anita, Vingadora e Helena, por terem disponibilizado o tempo, paciência nas coletas, (menos a Gatinha e Helena) não eram muito cordiais, sem vocês literalmente nada disso teria acontecido. Se comportaram bem, e ainda deixavam tirar o leite duas vezes ao dia, que benção, nada como uma boa alimentação. Espero que estejam bem e produtivas! À todas deixo aqui o meu muito obrigada!

À primeira e segunda moradia em Salvador, ambos no mesmo prédio, local com uma vista esplêndida para a praia, que delícia era acordar vendo e ouvindo o barulho do mar, (Obrigada Deus por esta oportunidade) além de muito bem localizado e 3 quarteirões da UFBA. No primeiro ano fui recebida pela, Marlúcia e Mariana, obrigada pela companhia e por me explicarem e apresentarem um pouco da cultura Baiana. E no segundo pro

terceiro ano com Layse, Edjones e Isabella vocês foram uma família que tive na capital. Muito obrigada por cada momento que estivemos juntos.

À Universidade Federal da Bahia e as Fazendas Experimentais de São Gonçalo e a de Entre Rios, pelo tempo de casa e aprendizado durante esses anos de pós-graduação.

À Capes pela concessão da bolsa de doutorado e apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

À todos os demais amigos de longa data, Camila Macedo, Lorena, Flávio, Felipe.C, Sté, Gi, Josi, Marquim, Cida, Arino, Zezé, Francisco Costa, Laerte, Elton, Tios da loja Salim Bittar, Varnize, Isabella, Lídia...obrigada por cada oração e ligação!! Muito obrigada!!

À Empresa Fortuna Nutrição Animal© por ter cruzado meu caminho e permitir a realização do meu sonho que é estar no campo, em prol da produção de alimento para a população e fazendo o que eu mais gosto que é trabalhar. Não foi fácil lidar com duas responsabilidades (Dr. e trabalho et al., 2023) mas se cheguei até aqui, é porque venci, e foi o melhor dentro da minha realidade e limitação! Estendo meus agradecimentos com todo carinho a todos e sem citar nomes, pois a mensagem é para cada um de vocês do renomado Time – FNA. Eu serei eternamente grata por tudo que já fizeram e fazem em minha vida, vocês são minha segunda família e já tem 2 anos. Muito, muito obrigada!!

À todos o meu muito obrigada!!

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1.	Relação entre o Consumo de MS do pasto (kg.dia ⁻¹) e o Consumo de MN de concentrado (kg.dia ⁻¹) de vacas mestiças (Holandês vs. Zebu), multíparas, a pasto suplementadas com quatro níveis de suplementos (0; 2,0; 4,0 e 6,0 kg/animal.dia ⁻¹).....	35
_____ 2.	Relação entre o Consumo de MS do pasto (kg.dia ⁻¹) e o Consumo de MS de concentrado (kg.dia ⁻¹) de vacas mestiças (Holandês vs. Zebu), multíparas, a pasto suplementadas com quatro níveis de suplementos (0; 2,0; 4,0 e 6,0 kg/animal.dia ⁻¹).....	35
_____ 3.	Massa de forragem (kg.ha ⁻¹) e oferta de forragem média (kg MS/100kg PC) de <i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia no período experimental.....	37
_____ 4.	Massa da composição morfológica (massa de folha verde = MFV; massa de colmo verde = MCV e morto) do pasto <i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia no período experimental.....	38

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Resultados analíticos do solo.....	24
_____2. Porcentagem de inclusão dos ingredientes e composição química da forragem e do suplemento concentrado experimental para vacas leiteiras mestiças (Holandês vs. Zebu), com produção média esperada 10 kg de leite.dia ⁻¹	25
_____3. Análise econômica de vacas mestiças (Holandês vs. Zebu), multíparas, a pasto suplementadas com quatro níveis de suplementos (0; 2,0; 4,0 e 6,0 kg/animal.dia ⁻¹).....	31
_____4. Médias de consumo de matéria seca total (CMS Total), de pasto e de nutrientes de vacas mestiças (Holandês vs. Zebu), multíparas, a pasto suplementadas com quatro níveis de suplementos (0; 2,0; 4,0 e 6,0 kg/animal.dia ⁻¹).....	34
_____5. Médias da digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes de vacas mestiças (Holandês vs. Zebu), multíparas, a pasto suplementada com quatro níveis de suplementos (0; 2,0; 4,0 e 6,0 kg/animal.dia ⁻¹).....	36
_____6. Média de produção e composição do leite de vacas mestiças (Holandês vs. Zebu), multíparas, a pasto suplementadas com quatro níveis de suplementos (0; 2,0; 4,0 e 6,0 kg/animal.dia ⁻¹).....	40
_____7. Médias das excreções urinárias dos derivados de purina, derivados de purinas totais e absorvidas e volume urinário de vacas mestiças (Holandês vs. Zebu), multíparas, a pasto suplementadas com quatro níveis de suplementos (0; 2,0; 4,0 e 6,0 kg/animal.dia ⁻¹).....	41

SUMÁRIO

Estratégias para suplementação concentrada de vacas em lactação em pastos de capim tanzânia

Página

RESUMO	xv
ABSTRACT	xvi
1. INTRODUÇÃO	1
2. HIPÓTESE	3
3. OBJETIVOS.....	3
4. REVISÃO DE LITERATURA	3
4.1 Panorama Nacional da bovinocultura de leite.....	3
4.2 Suplementação de vacas em lactação a pasto	4
4.3 Composição química, consumo e digestibilidade da dieta de vacas em lactação suplementadas a pasto	6
4.4 Produção, qualidade do leite e síntese microbiana de vacas em lactação suplementadas a pasto	8
4.5 Viabilidade biológica e econômica de vacas de leite suplementadas a pasto	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14
1. INTRODUÇÃO	23
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3. RESULTADOS.....	32
4. DISCUSSÃO.....	42
5. CONCLUSÃO.....	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

ESTRATÉGIAS PARA SUPLEMENTAÇÃO CONCENTRADA DE VACAS EM LACTAÇÃO EM PASTOS DE CAPIM TANZÂNIA

RESUMO

Objetivou-se avaliar diferentes níveis de concentrado em dietas para vacas leiteiras a pasto sobre o consumo e digestibilidade da dieta, produção e composição do leite, síntese de proteína microbiana, teores de nitrogênio ureico no sangue e o desempenho produtivo. Foram utilizadas doze vacas mestiças Holandês x Zebu, multíparas, com peso vivo inicial médio de 487 ± 54 kg, período de lactação inicial médio de $95,0 \pm 42$ dias e média de produção de leite de 10 kg de leite/animal.dia⁻¹. As vacas foram distribuídas em um delineamento composto por três quadrados latinos 4 x 4, balanceados de acordo com a ordem e período de lactação. Foram avaliados quatro níveis de suplementos (0; 2,0; 4,0 e 6,0 kg/animal.dia⁻¹) isonitrogenados, com 25% de PB (%MS), fornecidos diariamente durante a ordenha. A área utilizada foi um módulo rotacionado, de 9 ha de pasto, divididos em 9 piquetes com 1,0 ha cada, formados com *Panicum maximum* cv. Tanzânia. O CMS total, CMS de pasto e os consumos dos nutrientes FDN, MO, PB, CNF, EE e NDT foram significativos ($P < 0,001$), os consumos de MO, PB, CNF, EE, NDT e CMS total, aumentaram linearmente e os consumos de FDN e CMS de pasto reduziram linearmente ($P < 0,05$), havendo o efeito substitutivo em relação aos acréscimos de concentrado. A digestibilidades dos nutrientes MS, MO, PB, CNF, EE e NDT aumentaram de forma linear ($P < 0,001$). A produção de massa de forragem foi de 1.117 (kg MS.ha⁻¹) permitiu oferta de forragem média de 2,2 kg de MS por 100 kg PC. A produção de leite, produção de leite 3,5%G, gordura, proteína, NUL e CCS também alteraram de forma significativa ($P < 0,001$), houve um aumento linear na produção de leite (10,70; 12,42; 13,34; 14,29 kg de leite/animal.dia⁻¹) em função da suplementação concentrada. A concentração de gordura reduziu ($P = 0,0285$) (4,25; 4,05; 3,91; 3,88 g.100mL⁻¹) em consequência do baixo consumo de FDN. Os teores de gordura, proteína, sólidos totais e de CCS, ficaram dentro dos valores mínimos recomendados (3,0; 2,9; 11,5% e abaixo de 400.000 células/mL). Houve o aumento ($P < 0,05$) nos teores de alantoína, ácido úrico, purinas totais, purinas absorvidas (mmol.dia⁻¹) e N microbiano (g.dia⁻¹), em função da suplementação concentrada em níveis crescentes. Contudo, não houve efeito da suplementação concentrada ($P > 0,05$) na eficiência de síntese microbiana (g/Kg de NDT). As relações custo-benefício total e efetivo foram superiores a zero, e apresentaram rentabilidade superior às despesas, confirmando a viabilidade econômica. Dessa forma, conclui-se que o potencial de produção de vacas mestiças em pastos de capim Tanzânia sem suplementação concentrada é de 12 kg por dia de leite com 3,5% de gordura. O fornecimento de níveis crescentes de concentrado (0; 2,0; 4,0 e 6,0 kg/animal.dia⁻¹) aumenta linearmente a disponibilidade de nutrientes para vacas mestiças sob pastejo de

capim Tanzânia, além de proporcionar maior produção, de leite e síntese ruminal de proteína microbiana.

Palavras-chave: bovinos leiteiros, consumo, forragem, produção leiteira, suplementação de alimentos

STRATEGIES FOR CONCENTRATED SUPPLEMENTATION OF LACTATING COWS IN TANZANIA GRASS PASTURES

ABSTRACT

The objective was to evaluate different levels of concentrate in diets for dairy cows on pasture on the consumption and digestibility of the diet, milk production and composition, microbial protein synthesis, blood urea nitrogen levels and productive performance. Twelve multiparous Holstein x Zebu crossbreed cows were used, with an average initial live weight of 487 ± 54 kg, an average initial lactation period of 95.0 ± 42 days and an average milk production of 10 kg of milk/animal.day⁻¹. The cows were distributed in a design consisting of three 4 x 4 Latin squares, balanced according to order and lactation period. Four levels of isonitrogenous supplements (0; 2.0; 4.0 and 6.0 kg/animal.day⁻¹), with 25% CP (%DM), supplied daily during milking, were evaluated. The area used was a rotated module, of 9 ha of pasture, divided into 9 paddocks of 1.0 ha each, formed with *Panicum maximum* cv. Tanzania. The total DMI, pasture DMI and intakes of the nutrients NDF, OM, CP, CNF, EE and TDN were significant ($P < 0.001$), the intakes of OM, CP, NFC, EE, TDN and total DMI increased linearly and consumption of NDF and pasture DMI reduced linearly ($P < 0.05$), with a substitutive effect in relation to the addition of concentrate. The digestibility of the nutrients DM, OM, CP, CNF, EE and TDN increased linearly ($P < 0.001$). Forage mass production was 1,117 (kg DM.ha⁻¹) allowing an average forage supply of 2.2 kg DM per 100 kg BW. Milk production, milk production 3.5%G, fat, protein, NUL and CCS also changed significantly ($P < 0.001$), there was a linear increase in milk production (10.70; 12.42; 13.34; 14.29 kg of milk/animal.day⁻¹) due to concentrated supplementation. The fat concentration reduced ($P = 0.0285$) (4.25; 4.05; 3.91; 3.88 g.100mL⁻¹) as a result of the low NDF consumption. The fat, protein, total solids and SCC contents were within the minimum recommended values (3.0; 2.9; 11.5% and below 400,000 cells/mL). There was an increase ($P < 0.05$) in the levels of allantoin, uric acid, total purines, absorbed purines (mmol.day⁻¹) and microbial N (g.day⁻¹), due to concentrated supplementation at increasing levels. However, there was no effect of concentrated supplementation ($P > 0.05$) on microbial synthesis efficiency (g/Kg of TDN). The total and effective cost-benefit ratios were greater than zero, and presented profitability greater than expenses, confirming the economic viability. Therefore, it is concluded that the production potential of crossbred cows in Tanzania grass pastures without concentrated supplementation is 12 kg per day of milk with 3.5% fat. Providing

increasing levels of concentrate (0; 2.0; 4.0 and 6.0 kg/animal.day⁻¹) linearly increases the availability of nutrients for crossbred cows grazing Tanzania grass, in addition to providing greater production, of milk and ruminal microbial protein synthesis.

Keywords: consumption, dairy cattle, dairy production, food supplementation, forage

1. INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva do leite é uma das atividades mais importantes para o agronegócio brasileiro, especialmente na geração de emprego e renda. O leite está entre os alimentos mais consumidos no mundo, sendo o Brasil o sexto maior produtor e, apesar dos avanços da tecnologia na produção leiteira, o setor ainda enfrenta gargalos no que diz respeito à produtividade, qualidade do produto e rentabilidade dos produtores (IBGE, 2022). Tais fatos demonstram a importância do setor, que passa por grandes transformações ao longo das últimas décadas, nesse período a produção de leite aumentou quase que 80% utilizando praticamente o mesmo número de vacas ordenhadas, graças a elevação da produtividade do rebanho (Rocha et al., 2020).

Desde o início da década de 90, a atividade leiteira tem passado por grandes transformações no país, buscando tornar-se competitivo e inovador no mercado global, com foco na produção em escala de qualidade, agregação de valor e industrialização de produtos diferenciados (Corrêa et al., 2010). Como característica peculiar, a produção leiteira nacional conta com grande diversidade estrutural. Essa diferença demonstra-se tanto nos sistemas de produção quanto à aspectos ligados a alimentação do rebanho e qualidade do leite (Souza et al., 2009; Corrêa et al., 2010). A elevada diversidade socioeconômica, cultural e climática que caracteriza os sistemas de produção gera a necessidade de estudos regionais sobre a produção leiteira, colaborando com o fato de que a pecuária desse segmento se evidencia em mais de 80% dos municípios brasileiros.

Na região Nordeste a produção de leite ocupa a 3ª posição nacional, maior que o Centro-Oeste e Norte, no ano de 2018 teve uma produção de 4,4 bilhões de litros de leite. No entanto o estado da Bahia possui uma produção de leite abaixo da média nacional com 1.440 kg de leite/vaca/lactação, em torno de 800 milhões de litros por ano (IBGE, 2019). A projeção para a população no ano de 2050 é de 9,7 bilhões de pessoas no planeta, ou seja, aproximadamente 2 bilhões a mais de pessoas a serem alimentadas, sendo de fundamental importância considerarmos para tanto o aumento na produtividade nos sistemas de produção animal em regime de pastejo.

Assim, devemos levar em consideração o potencial de utilização de gramíneas forrageiras como fonte de alimento volumoso para a nutrição e produção de ruminantes no Brasil, sendo que, quando adequadamente manejadas, podem atender às exigências nutricionais de diferentes categorias animais, e aumentar a rentabilidade dos sistemas de produção animal em regime de pastejo.

Contudo, vacas com produção diária de leite superior a 12Kg não conseguem obter somente à partir da ingestão de forragem, mesmo que de boa qualidade, toda energia para alcançar seu potencial produtivo (Brâncio et al., 2003; Carvalho et al., 2010). Para potencializar a produção de leite em sistemas baseados em regime de pastejo, buscando níveis mais elevados de produção de leite, é necessária a suplementação com alimentos concentrados. Entretanto, a sua viabilidade econômica está relacionada à resposta produtiva, ao custo e preço relativo do leite (Oliveira, 2009). Assim, novos estudos sobre este setor são necessários para se obter uma caracterização da produção leiteira no Brasil e suas particularidades.

Neste contexto, objetivou-se com este presente estudo, avaliar diferentes níveis de concentrado em dietas para vacas leiteiras a pasto sobre o consumo e digestibilidade da dieta, produção e composição do leite, síntese de proteína microbiana, teores de nitrogênio ureico no sangue e o desempenho produtivo econômico.

2. HIPÓTESE

O fornecimento de suplemento concentrado em níveis crescentes altera a produção e composição do leite em pastagens de *Panicum maximum* cv Tanzânia.

3. OBJETIVOS

Avaliar o desempenho produtivo e econômico de vacas mestiças (Holandês vs. Zebu) em pastagens de *Panicum maximum* cv. Tanzânia suplementadas com diferentes níveis de concentrados (0; 2,0; 4,0 e 6,0 kg/animal.dia⁻¹)

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Panorama Nacional da bovinocultura de leite

O Brasil é o sexto maior produtor mundial de leite, atrás da Índia, União Européia, Estados Unidos, Paquistão e China (FAO, 2022). Os cinco maiores estados em produção concentraram quase 70% do total nacional, Minas Gerais detendo participação de (27,1%), seguido do Paraná, Rio Grande do Sul, Goiás e Santa Catarina, com (12,4%; 12,3%; 9,1% e 8,7% respectivamente). Em 2020, com o início da pandemia da Covid-19, a disponibilidade de leite no Brasil aumentou 2,8%, com volume de 734,08 milhões de litros, superior ao ano anterior. Desse aumento, cerca de 70% vieram da produção interna e 30% da importação líquida de lácteos (IBGE 2021).

Nos últimos onze anos, o Brasil foi importador de produtos lácteos que foi o equivalente a 1,167 bilhão de litros de leite por ano, representando 3,5 % da produção interna. Sendo que o maior volume percentual ocorreu em 2016 (5,6%) e os menores em 2014 (2,1%) e 2010 (2,3%). Enquanto nos demais anos, as importações mantiveram-se acima de 3,1% em relação à produção interna total, que em 2020 ficou próximo de 35 bilhões de litros. Os três maiores itens que compuseram tais importações foram: leite em pó (58,9%), queijos (18,6%) e soro de leite (12,9%) totalizando em 90,4% das importações. O acordo do livre comércio entre os países, estabelecido pelo Mercosul, potencializou as facilidades da proximidade geográfica e acima de tudo, uma

realidade, já que a produção nacional ainda não é suficiente para atender a demanda interna da população (IBGE, 2021).

Apesar do incremento das importações, o desempenho da produção nacional foi vigoroso para um ano de tantas incertezas e desafios, principalmente no último trimestre de 2020 e início de 2021, com a desaceleração no consumo, quedas nos preços de leite e derivados e incrementos nos custos, tanto da produção primária quanto do processamento da parte da indústria. Desta forma, é evidente a crescente profissionalização do setor, com a introdução de tecnologias, algumas que já fazem parte da rotina de muitas fazendas, entre elas a automação de processos e sistemas intensivos nos rebanhos (Carvalho e Rocha, 2021).

Desde o início da década de 90, a atividade leiteira tem passado por grandes transformações no país, buscando tornar-se competitivo e inovador no mercado global, com foco na produção em escala com qualidade, agregação de valor e industrialização de produtos diferenciados (Corrêa et al., 2010). A elevada diversidade socioeconômica, cultural e climática que caracteriza os sistemas de produção gera a necessidade de estudos regionais sobre a produção leiteira, colaborando com o fato de que a pecuária desse segmento se evidencia em mais de 80% dos municípios brasileiros.

Devido a isso, é válido lembrar das grandes vantagens que o Brasil possui, a diversidade estrutural, grande área agricultável, produção de grãos utilizados na ração e a possibilidade de sistemas alternativos de criação mais flexíveis para a produção de leite, com o rebanho alimentado diretamente a pasto, reduzindo assim os custos de produção, proporcionando o potencial para crescimento na bovinocultura de leite, principalmente em termos de ganhos de produtividade.

4.2 Suplementação de vacas em lactação a pasto

Em sistemas de produção de leite a pasto, usando vacas com produções diárias de leite variando entre 15 e 30Kg, há um grande desafio, manter o fornecimento de nutrientes na dieta em quantidade suficiente para atender as exigências para manutenção e produção. Dessa forma, o consumo de matéria seca é o principal fator a ser considerado para maximizar a performance produtiva dos animais (Mattos, 1993).

Sistemas de produção de leite em regime de pastejo desempenham papel fundamental dentro do grande setor de abastecimento de alimentos, pois são capazes de converter grandes quantidades alimentos volumosos (pasto) em alimento de alto valor nutricional para o homem. No entanto, dois principais desafios associados as dietas a base de pasto são os efeitos ambientais

e os fatores que podem limitar significativamente a ingestão de alimentos e o aumento do teor de fibra que simultaneamente reduz a disponibilidade de energia e a capacidade de consumo, favorece maior produção de CH₄ entérico, proporciona menor produção de leite e aumenta a proporção de CH₄ por unidade de leite produzida em comparação com dietas a base de grãos (Opio et al., 2013; FAO e GDP 2018).

Como o consumo de matéria seca de bovinos altera de acordo com as características da forragem, avaliando pastos de *Panicum maximum*. cv. Tanzânia, Euclides et al. (1999) afirmaram que a disponibilidade de folhas apresentou alta correlação com o consumo, seguido pela porcentagem de material morto e de fibra em detergente neutro e a relação material verde:material morto. Portanto, conhecer as exigências nutricionais dos animais e a composição dos alimentos é fundamental para a correta formulação de dietas, para que possam fornecer nutrientes em quantidade e qualidade necessários ao atendimento das exigências de vacas leiteiras nos vários cenários e níveis de produção.

No entanto, mesmo em pastos bem manejados e adubados, as vacas leiteiras não conseguem obter todos os nutrientes necessários para alcançar níveis mais elevados de produção, sendo a energia o nutriente limitante à produção de leite (Vilela et al., 2002; Hills et al., 2015). Kolver e Muller (1998) observaram que a energia metabolizável foi o fator limitante para a produção de leite de vacas consumindo forragem em pastagem temperada, comparado com o fornecimento de proteína ou aminoácidos metabolizáveis.

É importante entender a exigência de nutriente para cada animal e categoria, as necessidades nutricionais das vacas por exemplo são alteradas no parto e início da lactação. Nesses períodos, as vacas possuem exigência crescentes de energia, e se não bem administrado resulta em balanço energético negativo (BEN). O BEN pode começar antes do parto e atingir o pico duas semanas depois, levando à mobilização de gordura corporal e músculo esquelético (Baumgard et al., 2017). É comum ocorrer distúrbios metabólicos, perda de condição corporal e redução da eficiência reprodutiva, reduzindo a produção de leite e aumentando o período de serviço e intervalo entre partos (Daibert et al., 2018).

A proteína é um composto orgânico importante na dieta de vacas leiteiras, mas quando é fornecida acima das exigências do animal, o nitrogênio (N) não utilizado, é excretado no meio ambiente, representando um potencial poluente (Congio et al., 2019; NRC, 2001). Portanto, ajustar a concentração de proteína bruta (PB) e energia (NDT) na dieta para atender com precisão as exigências das vacas leiteiras pode resultar em vantagens econômicas significativas para os produtores de leite, além de reduzir o impacto ambiental da atividade (Danés et al., 2013).

4.3 Composição química, consumo e digestibilidade da dieta de vacas em lactação suplementadas a pasto

A limitação energética em sistemas baseados a pasto pode ser reduzida com o fornecimento de suplementos de alta energia. O uso de grãos como suplemento concentrado para aumentar a ingestão energética de vacas leiteiras em pastejo tem demonstrado efeitos positivos na produção de leite e sólidos totais em gramíneas temperadas com resposta linear até 8 kg/dia de concentrado (Baudracco et al., 2014). No entanto, a energia rapidamente fermentável fornecida por altos níveis de concentrados à base de amido também pode causar reduções no pH ruminal e na ingestão total de matéria seca (Auldist et al., 2013).

A quebra do milho grão inteiro quando é incluído na alimentação de bovinos sem processamento, é muito importante para a digestão da matéria seca e do amido, uma vez a fermentação ruminal não se inicia até que a cutícula do grão seja rompida (Kotarski et al., 1992). O rompimento da cutícula do grão permite o acesso dos microorganismos ao interior para que ocorra a degradação dos componentes nutricionais. No intestino delgado, a digestão do amido que escapa da degradação ruminal em dietas com alta quantidade de concentrado, conduz a um posterior aumento na liberação de glicose na circulação periférica, promovendo melhorias na eficiência de utilização da energia dietética (Owens et al., 1997).

Potencializar a digestão do amido no intestino pode comprometer a produção de proteína microbiana no rúmen, provocando a redução no desempenho animal, sabendo que parte dessa energia necessária para melhorar a síntese de proteína microbiana no rúmen pode passar intacta para a digestão pós-ruminal. Assim, para a adaptação correta de dietas contendo concentrado em médias e altas proporções, é necessário conhecer a participação do concentrado na dieta e o tipo de amido contido (Owens et al., 1997).

Watt et al. (2021) oferecendo três níveis de concentrado a base de grãos (7,0; 8,5 e 10 kg MS/vaca/dia) para vacas leiteiras a pasto, observou que o CMS total estimado diferiu significativamente entre os níveis de alimentação, sendo maior para vacas recebendo o nível de 8,5 kg de MS/vaca/dia (22,5 kg MS/total) em comparação com os outros níveis de concentrado (7,0 e 10 kg MS de concentrado/vaca/dia e 21,5 e 19,2 kg MS/total respectivamente).

É possível que a redução no CMS total para as vacas recebendo 10 kg de MS/dia tenha sido uma resposta combinada à maior substituição do pasto pela suplementação a base de grãos, e as mudanças associativas no comportamento de pastejo e indivíduo, ou seja, as vacas com baixo e médio nível de suplementação aumentaram a eficiência de pastejo com folhas mais novas, buscando ingerir forragem de qualidade em oposição as vacas recebendo níveis maiores de

suplemento. Além disso a menor ingestão de forragem e de baixo valor nutritivo pode ter compensado os prováveis efeitos dietéticos, como o aumento da ingestão de amido, minimizando as diferenças no tempo de ruminação e de emissão de metano entérico (Scott et al., 2014).

Ribeiro Filho et al. (2020) avaliaram o consumo de MS de vacas leiteiras em pastejo, sendo três tratamentos, suplementadas com suplemento, silagem de milho e sem suplemento, observaram que o CMST foi 5,5 kg/dia maior no tratamento suplementado do que nos tratamentos com silagem de milho e sem suplemento. Enquanto a forragem consumida foi de 4,6 e 8,1 kg MS/dia menor no tratamento com silagem de milho e suplemento respectivamente comparados ao controle. Neste mesmo estudo, o consumo de suplemento também resultou em redução no consumo de MS da forragem, mesmo com tempo de pastejo semelhante ao das vacas no tratamento sem suplemento. Essa redução no consumo de forragem foi mediada principalmente pela redução proporcional do tempo de pastejo. Reduções no tempo de pastejo devido à energia fornecida pela ingestão suplementar têm sido amplamente relatadas (Bargo et al., 2003; Pérez-Prieto et al., 2011; Wright et al., 2016).

Em estudo realizado por Oliveira et al. (2014), ao avaliarem o desempenho de vacas leiteiras submetidas ao pastejo de capim Tanzânia e suplementadas com níveis de concentrado (0, 1, 3, e 5 kg/vaca/dia) e proteína bruta (14 e 18%), registraram produção média de 12 kg de leite/vaca/dia na época das águas, com CMS médio de 2,23 e 2,38% do PV para os diferentes níveis de PB no concentrado em uma dieta composta de fubá de milho, farelo de soja e ureia e fornecidos duas vezes ao dia. Não houve interação entre nível de concentrado e nível de PB para produção e composição do leite.

Cardoso et al. (2017), não encontram diferença para a produção de leite, no entanto observaram maior tendência para a produção de leite para vacas ingerindo pasto associado ao suplemento, o que poderia ser explicado em função do maior consumo de proteína bruta (1,5 kg/dia) provavelmente pelo maior percentual de proteína no suplemento em relação ao pasto exclusivo (1,26 kg/dia). O teor de proteína na dieta tem efeito positivo no consumo, sendo este proveniente parcialmente da elevação da proteína degradável no rúmen e melhoria na digestibilidade dos carboidratos fibrosos, consequentemente, promovendo melhorias no desempenho animal.

Avaliando o efeito do aumento da distribuição de concentrado (25%, 50% e 75%) antes do pastejo vespertino em vacas leiteiras mantidas em pastagem de azevém perene, Ueda et al. (2016) observaram que o consumo diário de matéria seca de forragem diminuiu quadraticamente com o aumento dos níveis de distribuição de concentrado. E para investigar as mudanças na fermentação ruminal, foi realizado um segundo experimento com vacas leiteiras no-lactantes

canuladas, com pastejo nos períodos da manhã e da tarde (3 h cada) sendo submetidas aos mesmos tratamentos do experimento 1. A concentração total de ácidos graxos voláteis no rúmen aumentou linearmente com o aumento dos níveis de concentrado e distribuição ao longo dos períodos de pastejo. Os resultados indicam que as vacas leiteiras reduzem a ingestão diária de forragem, mas não alteram a utilização de nitrogênio com o aumento da distribuição de concentrado antes do pastejo do período da tarde.

Capim Tanzânia, manejado com uma lotação de 4,6 UA/ha/ano, apresentou valores em sua composição nutricional de 19% de matéria seca, 13% de proteína bruta, 1,5% de extrato etéreo e uma digestibilidade de 56%, além de proporcionar uma produção de leite de 9 kg de leite/vaca/dia, em animais mestiços Holandês x Zebu, consumindo 2kg de concentrado/dia (Fukumoto et al., 2010).

Silva et al. (2009) ao avaliarem os efeitos de quatro níveis de concentrado (0; 1; 3 e 5 kg/vaca/dia) e dois níveis de PB (11 e 13% na MS total) na dieta de vacas mestiças Holandês x Zebu, mantidas em pastagem de capim elefante, verificaram que a produção de leite aumentou em função dos níveis de concentrado (11,9; 11,7; 13,8 e 13,0 kg/vaca/dia para os níveis de 0; 1; 3 e 5 kg/vaca/dia, respectivamente).

Assim, o conhecimento destes fatores, permitem predizer o desempenho animal nas condições de pastejo, assim como o planejamento e manejo da pastagem de forma a maximizar o uso da forragem disponível. Além de maximizar o consumo de energia por vacas leiteiras no início de lactação, alcançar níveis mais elevados de produção de leite e reduzir os efeitos prejudiciais do balanço energético negativo, tornando-se dessa forma, a suplementação concentrada uma ferramenta fundamental para o manejo dos sistemas de produção de leite a pasto.

4.4 Produção, qualidade do leite e síntese microbiana de vacas em lactação suplementadas a pasto

Vacas de alta produtividade direcionam maior porção de nutrientes absorvidos para a glândula mamária para a síntese de leite e, associado a isso, apresentam maior ingestão voluntária de suplemento. Enquanto vacas com baixa produtividade têm um consumo de suplemento menor, e por algum efeito consomem mais, o excessivo ingerido será usado para o acúmulo demasiado de gordura corporal em vez de síntese de leite. Assim, o aumento do consumo de nutrientes é o resultado do aumento da produtividade, a seleção para alta produção de leite resulta em vacas leiteiras que não apenas utilizam mais nutrientes para a síntese de leite, mas também consomem

voluntariamente mais suplemento para atender às demandas crescentes para a produção de leite (Bauman et al., 1985).

A produção e composição do leite também depende genótipo e do período de lactação das vacas (Hansen et al., 2006). Essas características também podem interagir com a capacidade de consumo de nutrientes, vacas de diferentes genótipos podem apresentar respostas diferentes na produção e composição do leite (Fulkerson et al., 2008). Portanto, é necessário levar em consideração esses fatores para prever a resposta às mudanças na composição da dieta.

O aumento da oferta de energia aumenta a produção de leite de forma linear (Macleod et al., 1984; Friggens et al., 1995) ou curvilínea (Broster, 1973). Esta resposta pode depender do estágio de lactação da vaca e da duração do ensaio (Coulon e Rémond, 1991). Além disso, o aumento da oferta de energia pode ter um efeito positivo (Coulon e Rémond, 1991; Broderick, 2003) ou nenhum efeito (Krohn e Andersen, 1980; Cowan et al., 1981) no teor de proteína do leite. O teor de gordura pode não ser afetado por este aumento ou ser ligeiramente diminuído (Gordon e Forbes, 1970; Friggens et al., 1995). Em segundo lugar, o aumento da oferta de proteína na dieta também induz a um aumento na produção de leite (Macleod et al., 1984). Também pode ter um efeito positivo (Vérité e Delaby, 2000) ou nulo (Gordon e Forbes, 1970) sobre o teor de proteína.

Dos Santos et al. (2018) avaliaram os parâmetros de produção, consumo e balanço energético de vacas leiteiras primíparas 3/4 e 7/8 Holandês × Gir (HG) em sistema de *Free Stall* após duas semanas do parto, alimentadas com duas dietas de diferentes níveis de energia (alta e baixa) durante o período pós-parto. A base da dieta era silagem de milho, milho moído, farelo de soja e minerais, o tratamento com alta energia com (60:40) - 25% da composição com milho moído e a dieta de baixa energia (80:20) - 5% da composição com milho moído. O leite de vacas alimentadas com dieta hipercalórica apresentou maiores porcentagens de gordura, proteína e lactose (4,3; 3,1; 4,7% respectivamente) do que as vacas alimentadas com dieta hipocalórica (3,1; 2,8; 4,5 respectivamente).

A explicação é pela maior disponibilidade de propionato no rúmen, oriundo da fermentação de carboidratos no-fibrosos (NRC, 2001). O teor de carboidratos no-fibrosos da dieta das vacas afeta o teor de proteína do leite, pois a concentração levará à maior produção de propionato ruminal. A dieta com alta energia proporcionou maior teor de propionato ruminal, pois continha maior quantidade de concentrado e, portanto, de carboidratos no-fibrosos. Logo, vacas que receberam dieta hiper energética apresentaram maior consumo líquido de energia (95,3 vs. 88,1 MJ/dia).

A deficiência de carboidratos no-fibrosos, principalmente as frações A e B1, que possuem maior taxa de degradação ruminal, altera a fermentação, ocorre estagnação de todo o processo fermentativo no rúmen, aumenta os produtos indesejáveis, como amônia, a qual entra na rota metabólica de formação da ureia no leite (Leão et al., 2014).

Ribeiro Filho et al. (2020) avaliando a produção de leite de vacas leiteiras em pastejo observaram que a oferta de energia líquida para lactação e de proteína verdadeira foram 152 MJ/dia e 2,16 kg/dia respectivamente para o tratamento com suplemento, sendo maior que nos tratamentos sem suplementação e com silagem de milho. Enquanto a produção de leite, produção de leite corrigida para gordura (4%, gordura do leite) e produção de proteína do leite foram semelhantes nos tratamentos (sem suplementação e com silagem de milho), já o tratamento com (suplemento) obteve maiores produções de: 24kg/dia; 22,5 kg/dia; 859 g/dia; 834 g/dia respectivamente.

Avaliando os efeitos de três diferentes níveis de concentrados proteicos (7,9; 15,4 e 20,5%) fornecidos na proporção de 1kg para cada 3kg de leite/dia no desempenho, metabolismo e eficiência de utilização de N em vacas leiteiras no início da lactação em pasto (*Pennisetum purpureum* Schum. cv Cameroon) Jado-Chagas et al. (2021) observaram que as vacas alimentadas com baixo nível de PB apresentaram balanço negativo de proteína degradável no rúmen e de proteína metabolizável. É coerente que uma dieta com baixo nível proteico irá limitar a produção ruminal de proteína microbiana e consequentemente o CMS total. Enquanto o aumento no nível de PB aumentou linearmente o CMS (17,7kg/dia), a produção de leite corrigida 3,5% de gordura (24,2 kg/dia), proteína (3,24%), caseína (2,54%) e gordura do leite (855g/dia), sendo esses resultados atribuídos ao maior CMS e a maior disponibilidade de proteína metabolizável.

Limitações ou excesso em relação à disponibilidade de PDR podem ser avaliados por meio das concentrações de ureia no leite, valores superiores a 18mg/dL e teor de proteína do leite acima de 3,2% representariam excesso de proteína PDR/PNDR em relação ao consumo de carboidratos fermentáveis e energia líquida (Olson (1995). O nível de nitrogênio uréico sérico também pode ser usado, sendo que valores limites seriam de 13-15 mg dL⁻¹, pois acima destes, ocorreriam perdas de proteínas na forma de uréia na urina, comumente associada ao excesso de proteína degradável ou falta de carboidrato fermentável no rúmen (Chizzotti et al., 2007).

Butler (1998) verificou que teor de NUL acima de 19mg/dL ocasionou redução da concentração plasmática de progesterona e alteração do pH do ambiente uterino e, assim, considerou a alteração desses parâmetros como principal causa de redução da fertilidade em

vacas no início da lactação. Contudo, Beserra et al. (2009) observaram que teor de NUL de até 26mg/dL não afetou a eficiência reprodutiva de vacas da raça Girolando.

A primeira via de excreção de nitrogênio é pela urina, principalmente quando há alta ingestão de proteínas ou grande perda de nitrogênio no rúmen, intestino ou glândulas mamárias. Portanto, quando ocorre alteração no balanço de nitrogênio, quer dizer que houve uma baixa eficiência de utilização na síntese ruminal de proteína microbiana. Teixeira et al. (2015) encontraram altos valores de nitrogênio ureico urinário em vacas leiteiras consumindo suplementos minerais contendo 20% de uréia (621 a 764 mg dL⁻¹). Por outro lado, quando o concentrado foi utilizado em maior nível, o aporte de energia favoreceu a síntese ruminal de proteína microbiana, justificando o aumento do nitrogênio total excretado no leite. Souza Júnior et al. (2016) encontraram altos valores de nitrogênio ureico sérico em dietas de vacas leiteiras com 16 x 12% de proteína bruta como percentual da MS (27,9; 15,0 mg dL⁻¹ respectivamente).

4.5 Viabilidade biológica e econômica de vacas de leite suplementadas a pasto

A produção e a composição do leite têm importância econômica primordial para os produtores, dentre os fatores que influenciam a eficiência produtiva em sistemas de produção de leite, o custo de alimentação do rebanho é a variável mais importante dos custos operacionais de produção (Bath, 1992). A alimentação do rebanho nos sistemas de produção de leite influencia de maneira significativa os custos de produção, podendo chegar até a 75% dos custos operacionais totais.

Dessa forma, em se tratando da bovinocultura leiteira a alimentação do rebanho em lactação muitas vezes é o item de maior impacto custo da atividade leiteira (Oliveira, 1998). Segundo Ervilha e Gomes (2017), a pecuária leiteira começa a ser atrativa economicamente quando a produção por área é superior a 4.576 litros de leite por hectare/ano. Assim, é necessário compreender os fatores sazonais, de manejo e genéticos que afetam a produtividade de um sistema de produção de leite a pasto, com o objetivo de ampliar a eficiência de uso da terra.

Devido ao custo elevado dos volumosos conservados, a utilização do pasto como base para a alimentação de ruminantes nas condições brasileiras constitui-se a alternativa mais viável para a atividade leiteira (Matos, 1995; Vilela et al., 1996). É sabido que um dos grandes desafios para os criadores de bovinos tradicionais, é minimizar a mortalidade, melhorar a taxa de crescimento dos animais de jovens e aumentar a produção de leite de vacas adultas. A produção e composição do leite pode ser modulada em curto prazo principalmente por meio do manejo alimentar. Porém, o retorno econômico do fornecimento de uma dieta depende amplamente da

eficiência de conversão de nutrientes para produção de leite, embora a produção de leite possa ser alterada por vários fatores, como: concentração de nutrientes e energia, bem como, os teores proteína e sua relação com a disponibilidade de carboidratos degradáveis.

A eficiência biológica e econômica da suplementação concentrada a pasto pode ser avaliada através da aplicação da técnica de análise marginal para determinação do nível ótimo de suplementação concentrada levando em consideração a produção e preço do leite, o consumo e preço do alimento concentrado conforme descrito por Oliveira, (2006).

Em sistemas intensivos de produção de leite, nos quais são explorados animais de elevado potencial produtivo e, conseqüentemente, com elevados níveis de requerimento de nutrientes, o concentrado tem maior participação no custo de produção de leite (Ferreira, 2002).

No cálculo da eficiência, atualmente cerca de 90% dos suplementos concentrados para vacas leiteiras comercializados no Brasil possuem entre 20 e 22% de proteína bruta, e a recomendação mais comum é fornecer 1 kg de concentrado para cada 3 kg de leite produzido. Nesse contexto, supõe-se que o uso de concentrado com teores de protéicos mais elevados atenderia à exigência em PB, mas não atenderia à necessidade energética das vacas em lactação de média produção a pasto. Dessa forma, o aporte de proteína para o rúmen estimula a degradação ruminal, levando o animal a consumir mais forragem, a qual pode suprir a exigência nutricional de vacas de média produção (Teixeira et al., 2019).

O suprimento de proteína em quantidade e qualidade, observando suas relações com os demais ingredientes dietéticos, é muito importante, pois a proteína é o segundo nutriente limitante em dietas para ruminantes, de modo que as fontes protéicas podem ser consideradas o ingrediente mais oneroso na formulação de dietas para vacas lactantes, em virtude de seu grande requerimento e do elevado custo de fontes tradicionais, como o farelo de soja (Pina et al., 2006)

O consumo de MS, além de determinar a quantidade de nutrientes disponíveis para manutenção e produção de um animal (NRC, 2001), é importante na formulação de dietas para evitar o super ou subfornecimento de nutrientes, que podem causar efeitos adversos à saúde dos animais ou onerar os custos. Portanto, quando se refere ao sistema de produção de leite, deve-se considerar os custos com alimentação, o potencial genético dos animais e o perfil do sistema de produção no qual o animal está inserido.

Em pesquisa realizada por Hynes et al. (2016), foi observado que o fornecimento de alimentos concentrados com teor de PB abaixo de 14,1% para vacas leiteiras em pastagem de boa qualidade (18,3% de PB; 46,1% de FDN), não influencia negativamente a produtividade dos animais. Portanto, elevados teores de PB de concentrados disponíveis para a alimentação de

vacas leiteiras podem acarretar excesso de nitrogênio no metabolismo animal, em que deste modo, além de gerar custo energético ao animal para excretar o excesso e afetar os custos com alimentação, pois trata-se do nutriente mais oneroso da dieta.

Entende-se que a recomendação de suplementação deve ser bem embasada e com critérios, pois não é necessário apenas aumentar a produção de leite; este aumento deve ocorrer com resultados econômicos satisfatórios.

Observa-se que grande parte dos estudos apresentados nesta revisão mostram que o uso da suplementação e diferentes níveis de suplementos em dietas para vacas em lactação a pasto, não só melhora a eficiência produtiva como também potencializa a síntese microbiana, além disso verificou-se que houve aumento do aporte de energia e nutrientes para o animal, estimulando o consumo de matéria seca, impulsionando o aumento na produção de leite e a melhora na qualidade da composição do leite.

Portanto, conhecer as exigências nutricionais dos animais e a composição dos alimentos é fundamental para a correta formulação de dietas, para que possam fornecer nutrientes em quantidade e qualidade necessários ao atendimento das exigências de vacas leiteiras nos vários cenários e níveis de produção. Ocasionalmente também um bem-estar animal e aumento da produtividade, potencializando a produção e reprodução, sem comprometer a saúde e a longevidade dos animais de forma economicamente sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AULDIST, M. J., L. C. MARETT, J. S. GREENWOOD, M. HANNAH, J. L. JACOBS, AND W. J. WALES. 2013. **Effects of different strategies for feeding supplements on milk production responses in cows grazing a restricted pasture allowance.** *Journal of Dairy Science* 96,1218–1231.

BARGO, F., MULLER, L. D., KOLVER, E. S., e DELAHOY, J. E. (2003). **Invited review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture.** *Journal of Dairy Science*, 86, 1–42.

BATH, D. L.; SOSNIK, U. **Formulation, delivery and inventory control of costeffective rations.** In: VAN HORN, H. H.; WILCOX, C. J. (Eds.). *Large Dairy Herd Management*. Savoy: American Dairy Science Association, 1992. p.709-719.

BAUDRACCO, J., LOPES-VILLALOBOS, N., HOLMES, C. W., MACDONALD, K. A., 2014. **Effects of stocking rate, supplementation, genotype and their interactions on grazing dairy systems: a review.** *New Zealand Journal of Agriculture Research*, 53,109-133.

BAUMAN, D. E., S. N. MCCUTCHEON, W. D. STEINHOUS, P. J. EPPARD, AND S. J. SECHEN. 1985. **Sources of variation and prospects for improvement of productive efficiency in the dairy cow: A review.** *J. Anim. Sci.* 60:583–592.

BAUMGARD, L. H., COLLIER, R. J., AND BAUMAN, D. E. 2017. **A 100-Year Review: Regulation of nutrient partitioning to support lactation.** *Journal of Dairy Science*. 100, 10353–10366.

BESERRA, E.E.A.; VIEIRA, R.J.; SOUZA, J.A.T. et al. **Efeito do nitrogênio ureico no leite sobre a eficiência reprodutiva de vacas da raça Girolando.** *Rev. Cient. Prod. Anim.*, v.11, p.34-45, 2009.

BRÂNCIO, P. A.; EUCLIDES, V. P. B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; FONSECA, D. M.; ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; BARBOSA, R. A. **Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: disponibilidade de forragem, altura do resíduo pós-pastejo e participação de folhas, colmos e material morto.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 55-63, 2003.

- BRODERICK, G. A. 2003. **Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows.** J. Dairy Sci. 86:1370–1381.
- BROSTER, W. H. 1973. **Protein-energy interrelationships in growth and lactation of cattle and sheep.** Proc. Nutr. Soc. 32:115–122.
- BUTLER, W.R. **Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle.** J. Dairy Sci., v.81, p.2533-2539, 1998.
- CARDOSO, R.B.; PEDREIRA, M.S.; RECH, C.L.S. et al. **Produção e composição química do leite de vacas em lactação mantidas a pasto submetidas à diferentes sistemas alimentares.** R. Bras. Saúde e Prod. Anim., Salvador, v.18, n.1, p.113-126, 2017.
- CARVALHO, G. R; ROCHA, D. T. **Anuário Leite 2021.** Edição digital em: embrapa.br/gado-de-leite. 2021.
- CARVALHO, P. C. F.; DEWULF, A. K. M. Y.; MORAES, A.; BREMM, C.; TRINDADE, J. K.; LANG, C. R. **Potencial do capim-quicuí em manter a produção e a qualidade do leite de vacas recebendo níveis decrescentes de suplementação.** Revista Brasileira de Zootecnia, Champaign, v. 39, n. 9, p. 1866-1874, 2010.
- CHIZZOTTI, M. L., VALADARES FILHO, S. C., VALADARES, R. F. D., CHIZZOTTI, F. H. M., MARCONDES, M. I., e FONSECA, M. A. (2007). **Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite.** Revista Brasileira de Zootecnia, 36(1), 138- 146.
- CONGIO, G. F. S., CHIAVEGATO, M. B., BATALHA, C. D. A., OLIVEIRA, P. P. A., MAXWELL, T. M. R., GREGORINI, P., e DA SILVA, S. C. (2019). **Strategic grazing management and nitrous oxide fluxes from pasture soils in tropical dairy systems.** Science of the Total Environment, 676, 493–500.
- CORRÊA, C. C.; VELOSO, A. F.; SILVESTRE, S. **Dificuldades enfrentadas pelos produtores de leite: um estudo de caso realizado em um município de Mato Grosso do Sul.** Anais 48º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Campo Grande, MS, 2010.

COULON, J. B., AND B. RÉMOND. 1991. **Variations in milk output and milk protein-content in response to the level of energy supply to the dairy cow—A review.** *Livest. Prod. Sci.* 29:31–47.

COWAN, R. T., G. REID, J. GREENHALGH, AND C. TAIT. 1981. **Effects of feeding level in late pregnancy and dietary protein concentration during early lactation on food intake, milk yield, liveweight change and nitrogen balance of cows.** *J. Dairy Res.* 48:201–212.

DAIBERT, E., DE ALVARENGA, P. B., REZENDE, A. L., FAGUNDES, N. S., KRÜGER, B. C., DOS SANTOS, R. M., MUNDIM, A. V., AND SAUT, J. P. E. 2018. **Metabolites able to predict uterine diseases in crossbred dairy cows during the transition period.** *Semina: Ciências Agrárias*, 39(3), 1037–1048.

DANÉS, M. A. C., CHAGAS, L. J., PEDROSO, A. M., e SANTOS, F. A. P. (2013). **Effect of protein supplementation on milk production and metabolismo of dairy cows grazing tropical grass.** *Journal of Dairy Science*, 96, 407–419.

DOS SANTOS, G. B., BRANDÃO, F. Z., DOS SANTOS RIBEIRO, L., FERREIRA, A. L., CAMPOS, M. M., MACHADO, F. S., e DE CARVALHO, B. C. (2018). **Milk production and composition, food consumption, and energy balance of postpartum crossbred Holstein-Gir dairy cows fed two diets of different energy levels.** *Tropical Animal Health and Production*.

ERVILHA, G.T.; GOMES, A.P. 2017. **Efficiency and selection of benchmarks in milk production in Minas Gerais – Brazil.** *Riv. Econ. Agrar.*, v.72, p.107-134.

EUCLIDES, V. P. B.; THIAGO, L. R. L. S.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. **Consumo voluntário de forragem de três cultivares de *Panicum maximum* sob pastejo.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 28, p. 1177-1185, 1999.

FAO - **Food And Agriculture Organization Of The United Nations.** 2021. Disponível em <https://www.fao.org/news/archive/news-by-date/2021/en/>. Acessado em dezembro de 2021.

FAO AND GDP, 2018. **Climate change and the global dairy cattle sector – The role of the dairy sector in a low-carbon future.** Food and Agriculture Organization for the United Nations, Rome, p. 36.

- FERREIRA, A.H. **Eficiência de sistemas de produção de leite: uma aplicação da Análise envoltória de dados na tomada de decisão.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 120p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- FERNANDES, A. M., DERESZ, F., HENRIQUE, D. S., LOPES, F. C. F., GLÓRIA, L. S. **Nutritive value of Tanzania grass for dairy cows under rotational grazing.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 43, n. 8, p. 410-418, 2014.
- FRIGGENS, N., G. C. EMMANS, S. ROBERTSON, D. G. CHAMBERLAIN, C. T. WHITTEMORE, AND J. D. OLDHAM. 1995. **The lactational responses of dairy cows to amount of feed and to the source of carbohydrate energy.** J. Dairy Sci. 78:1734–1744.
- FUKUMOTO, N.M.; DAMASCENO, J.C.; DERESZ, F.; MARTINS, C.E.; CÓSER, A.C.; SANTOS, G.T. **Produção e composição do leite, consumo de matéria seca e taxa de lotação em pastagens de gramíneas tropicais manejadas sob lotação rotacionada.** Revista Brasileira de Zootecnia., v. 39, n. 7, p. 1548- 1557,2010.
- FULKERSON, W. J., T. M. DAVISON, S. C. GARCIA, G. HOUGH, M. E. GODDARD, R. DOBOS, AND M. BLOCKEY. 2008. **Holstein-Friesian dairy cows under a predominantly grazing system: Interaction between genotype and environment.** J. Dairy Sci. 91:826–839.
- GORDON, F. J., AND T. J. FORBES. 1970. **The associative effect of level of energy and protein intake in the dairy cow.** J. Dairy Res. 37:481–491.
- HANSEN, J. V., N. C. FRIGGENS, AND S. HØJSGAARD. 2006. **The influence of breed and parity on milk yield and milk yield acceleration curves.** Livest. Sci. 104:53–62.
- HILLS, J.L., WALES, W.J., DUNSHEA, F.R., GARCIA, S.C., ROCHE, J.R.,2015. **Invited review: An evaluation of the likely effects of individualized feeding of concentrate supplements to pasture-based dairy cows.** Journal of Dairy Science 98, 1363–1401.
- HYNES, D. N., STERGIADIS, S., GORDON, A., YAN, T. **Effects of crude protein level in concentrate supplements on animal performance and nitrogen utilization of lactating dairy cows fed fresh-cut perennial grass.** Journal of Dairy Science, v. 99, n. 10, p. 8111-8120, 2016.
- IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. 2022. Disponível em www.ibge.gov.br. Acessado em fevereiro de 2023.

JADO CHAGAS, L., DELVEAUX ARAUJO BATALHA, C., ARRUDA CAMARGO DANÉS, M., MAURÍCIO SANTOS NETO, J., LOPES MACEDO, F., SILVA MARQUES, R., e AUGUSTO PORTELA SANTOS, F. (2021). **Protein supplementation to early lactation dairy cows grazing tropical grass: Performance and ruminal metabolism.** *Animal Science Journal*, 92(1).

KOLVER, E.S.; MULLER, L.D., 1998: **Performance and Nutrient Intake of High Producing Holstein Cows Consuming Pasture or a Total Mixed Ration.** *Journal of Dairy Science* 81, 1403-1411.

KOTARSKI, S. F., WANISKA, R. D., e THURN, K. K. (1992). **Starch Hydrolysis by the Ruminal Microflora.** *The Journal of Nutrition*, 122(1), 178–190.

KROHN, C. C., AND P. E. ANDERSEN. 1980. **Different energy and protein levels for dairy cows in the early weeks of lactation.** *Livest. Prod. Sci.* 7:555–568.

LEÃO, G.F.M.; NEUMANN, M.; ROZANSKI, S. et al. **Nitrogênio uréico no leite: aplicações na nutrição e reprodução de vacas leiteiras.** *Agropecu. Cient. Semiárido*, v.10, p.29-36, 2014.

MACLEOD, G. K., D. G. GRIEVE, I. MCMILLAN, AND G. C. SMITH. 1984. **Effect of varying protein and energy densities in complete rations fed to cows in first lactation.** *J. Dairy Sci.* 67:1421–1429.

MATOS, L.L. **Perspectivas em alimentação e manejo de vacas em lactação.** In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995, Brasília. Anais... Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995. p.147-155.

MATTOS, W.R.S. **Sistemas de alimentação de vacas em produção.** In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. (Eds.): *Nutrição de bovinos - Conceitos básicos e aplicados.* Piracicaba, SP: FEALQ, 1993, p.119-142.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL [NRC]. (2001). **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7th rev. ed. : National Academies Press.

OLIVEIRA, A.S.; PINA, D.S.; CAMPOS, J.M.S. **Modelo de predição de resposta produtiva e econômica a suplementação concentrada de vacas de leite em pastos tropicais.** REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, João Pessoa. Anais CD..., SBZ. 2006.

OLIVEIRA, A. G., DE OLIVEIRA, V. S., DE ARRUDA SANTOS, G. R., SANTOS, A. D. F., DOS SANTOS SOBRINHO, D. C., DE OLIVEIRA, F. L., SANTANA, J. A., GOVEIA, J. S. S. **Performance of dairy cows in pasture supplemented with levels of concentrate and crude protein. Semina: Ciências Agrárias.** v. 35, n. 6, p. 3287-3304, 2014.

OLIVEIRA, M.D.S. **Pecuária Leiteira.** 1ª. Ed. FUNEP: Jaboticabal, SP, 1998. 71p.

OLSON, J.; LINN, J.G.D. **Using milk urea nitrogen to evaluate diets and reproductive performance of dairy cattle.** In: STATE APPLIED NUTRICION MANAGEMENT, 4., 1995. Proceeding...Wisconsin: [s.n.], 1995. p.155-167.

OPIO, C.P., GERBER, A., MOTTET, A., FALCUCCI, G., TEMPIO, M., MACLEOD, T., VELLINGA, B., HENDERSON, B., STEINFELD, H., 2013. **Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains - A global life cycle assessment.** Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W.J.; GILL, D.R. **The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: A review.** Journal of Animal Science, v.75, p. 868-879, 1997.

PÉREZ-PRIETO, L. A., PEYRAUD, J. L., e DELAGARDE, R. (2011). **Substitution rate and milk yield response to corn silage supplementation of late lactation dairy cows grazing low-mass pastures at two daily allowances in autumn.** Journal of Dairy Science, 94(7), 3592–3604.

PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. **Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes, produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de proteína.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, p.153-1551, 2006.

RIBEIRO-FILHO, H.M.N; DALL-ORSOLETTA, A.C; MENDES.D; DELAGARDE. R. **Dry matter intake and milk production of grazing dairy cows supplemented with corn silage or a total mixed ration offered ad libitum in a subtropical área.** Journal Animal Science. 2021.

SILVA, C. V.; LANA, R. de P.; CAMPOS, J. M. de S.; QUEIROZ, A. C. de; LEAO, M. I.; ABREU, D. C. de. **Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e desempenho de vacas leiteiras em pastejo com dietas com diversos níveis de concentrado e proteína bruta.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, p.1372 - 1380, 2009.

SILVA, S.C. **Fundamentos para o manejo do pastejo de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum***. Anais do II Simpósio Sobre Manejo Estratégico da Pastagem. Viçosa, 545p. 2014.

SKERMAN, P. J.; RIVEROS, F. **Gramíneas Tropicales**. Rome: FAO, 1992. 849 p. (FAO Producción y Protección Vegetal, 23).

SOUZA JÚNIOR, AH, LANA, RP, TEIXEIRA, CRV, GIONBELLI, MP, VELOSO, CM, e RENNÓ, LN (2016). **Gordura protegida e nível variável de proteína em dietas de vacas mestiças em início de lactação**. Acta Scientiarum. Animal Sciences, 38(1), 107-112.

TEIXEIRA, C. R. V., LANA, R. P., RENNÓ, L. N., VELOSO, C. M., CARVALHO, J. C., e MENEZES, A. A. (2015). **Urea and salt as supplementary diet for crossbreed milk cows**. Acta Scientiarum. Animal Sciences, 37(3), 281-287.

TEIXEIRA, R. M. A., LANA, R. P., FERNANDES, L. O., OLIVEIRA, A. S., QUEIROZ, A. C. e PIMENTEL, J. J. O. (2010). **Desempenho produtivo de vacas da raça Gir leiteira em confinamento alimentadas com níveis de concentrado e proteína bruta nas dietas**. Revista Brasileira de Zootecnia, 39(11):2527-2534.

TEIXEIRA, R. M. A., MARTINS, J. M., SILVA, N. G., SILVA, E. A., FERNANDES, L. O., OLIVEIRA, A. S., ... FARIA, D. J. G. (2019). **Suplementação proteica de vacas leiteiras mantidas em pastagem de Tifton 85 durante o período de seca**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária E Zootecnia, 71(3), 1027–1036.

VÉRITÉ, R., AND L. DELABY. 2000. **Relation between nutrition, performances and nitrogen excretion in dairy cows**. Ann. Zootech. (Paris) 49:217–230.

VILELA, D.; MATOS, L.; ALVIM, M.; MATIOLLI, J.B., 2002: **Utilização de gordura protegida durante o terço inicial da lactação de vacas leiteiras, em pastagem de coastcross**. Pesquisa Agropecuária Brasileira 37, 1503-1509.

WATT, L. J., CLARK, C. E. F., ALBORNOZ, R. I., KREBS, G. L., PETZEL, C. E., e UTSUMI, S. A. (2021). **Effects of grain-based concentrate feeding and rumination frequency on the milk production, methane and carbon dioxide fluxes, and activity of dairy cows in a pasture-based automatic milking system**. Livestock Science, 245, 104420.

WRIGHT, M. M., AULDIST, M. J., KENNEDY, E., DUNSHEA, F. R., HANNAH, M., e WALES, W. J. (2016). **Variation in feeding behavior and milk production among dairy cows when supplemented with 2 amounts of mixed ration in combination with 2 amounts of pasture.** Journal of Dairy Science, 99(8), 6507–6518.

**ESTRATÉGIAS PARA SUPLEMENTAÇÃO CONCENTRADA DE
VACAS EM LACTAÇÃO EM PASTOS DE CAPIM TANZÂNIA**

1. INTRODUÇÃO

A bovinocultura de leite no Brasil tem por característica a utilização de pastos tropicais, visto as extensas áreas cultivadas com forrageiras. Apesar da intensificação dos sistemas de produção de leite a pasto em especial, o uso do pasto como única fonte de alimento não é capaz de atender a demanda por nutrientes para vaca com produções de leite acima de 12 kg por dia (Figueiredo et al., 2018). Assim, apesar de sistemas de produção animal à pasto proporcionarem características favoráveis ao desempenho e à produtividade animal, no Brasil ainda existe possibilidade de aumentar essa eficiência, tanto do ponto de vista biológico quanto do econômico (Fukumoto et al., 2010).

A estrutura do pasto exerce influência no comportamento ingestivo dos animais, sendo necessário a adoção de estratégias de manutenção da estrutura capazes de manter maior quantidade de folhas no dossel forrageiro, e otimizar a colheita de forragem pelo animal (Aurélio et al., 2007). Assim, faz-se necessária a utilização da suplementação como estratégia para incrementar a produção e aumentar a eficiência produtiva e energética (Silva et al., 2015). A principal importância do uso do concentrado na suplementação da forragem é associado a dois aspectos diferentes, a oferta de compostos nitrogenados para os microrganismos ruminais e a adequação dos nutrientes absorvidos disponíveis devido o maior aporte de energia à base de amido na dieta (Detmann et al., 2014). Alguns outros nutrientes podem limitar a produção de leite, contudo a relação energia e proteína é provavelmente a maior restrição para um melhor desempenho (Hills et al., 2015).

Dessa forma, objetiva-se avaliar o desempenho produtivo e econômico da produção de leite de vacas mestiças (Holandês vs. Zebu) em pastagens de *Panicum maximum* cv. Tanzânia suplementadas com diferentes níveis de concentrados (0; 2,0; 4,0 e 6,0 kg/animal.dia⁻¹)

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local de realização e comitê de ética

O experimento foi desenvolvido na fazenda Experimental da Escola de Medicina Veterinária da Universidade Federal da Bahia (UFBA) localizado no Km 174 da rodovia BR 101, Distrito de Mercês, Município de São Gonçalo dos Campos (BA), localizada na latitude 12° 23' 58" sul e longitude 38° 52' 44" oeste, na mesorregião do Centro-Norte Baiano e microrregião de

Feira de Santana-BA, distando 108 km de Salvador. O clima regional de acordo com a classificação climática de Wilhelm Köppen, é do tipo As (“A” clima tropical com temperatura média mensal superior a 18° e “s”, estação seca no período de sol mais alto e dias mais longos). As unidades geomórficas, características dos solos da região, são formadas pelos tabuleiros interioranos e pré-litorâneos (SEI, 2011), conferindo à fazenda topografia plana, com predominância de Planossolos Háplicos Arênicos (Tabela 1).

Tabela 1. Resultados analíticos do solo.

pH em H ₂ O	P mg/dm ³	K	Ca	Mg	Ca+Mg	Al	Na	H+Al	S	CTC	V %	MO g/Kg
						cmol/ dm ³						
5,8	9	0,05	1,00	0,50	1,50	0,1	0,03	1,98	1,58	3,56	44	8,69

Análise realizada em 05/08/2014 na Embrapa Mandioca e Fruticultura C. Almas – Bahia. mg/dm³ = miligrama por decímetro cúbico, cmole/dm³ = centimole por decímetro cúbico.

Todos os procedimentos com os animais foram realizados mediante autorização da Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia, sob o número de protocolo: 62/2016.

2.2. Animais, delineamento experimental, dietas e pasto

Foram utilizadas 12 vacas mestiças (Holandês vs. Zebu), multíparas, com peso vivo inicial médio de 487 kg \pm 54kg, período de lactação inicial médio de 95,0 \pm 42 dias e média de produção de leite de 10 kg de leite/animal.dia⁻¹. Os animais foram tratados com endo e ectoparasitos e mantidas em pastagem de capim *Panicum maximum* cv. Tanzânia, manejadas sob lotação intermitente, distribuídas em três quadrados latinos 4 x 4, balanceados de acordo com a ordem e período de lactação. Conduzido ao longo de quatro períodos de 18 dias cada, sendo os 14 primeiros dias do período de adaptação às dietas e os demais para as coletas de dados e amostras, com início em 26 de julho e término em 06 de outubro de 2019, totalizando 72 dias de avaliação experimental.

Avaliados quatro níveis de suplementos (0; 2,0; 4,0 e 6,0 kg/animal.dia⁻¹) ofertados na proporção de 0; 0,4; 0,8 e 1,2 % do (PC) peso corporal médio animal.dia⁻¹ respectivamente, formulado para conter 25% de proteína bruta na MS total do concentrado, conforme sugerido por Pimentel (2008).

A batida dos suplementos foi realizada no galpão da fazenda experimental e armazenados em bombonas de 100 L (Tabela 2). Os suplementos foram fornecidos em cochos individuais duas vezes ao dia, metade durante a ordenha da manhã e a outra metade durante a ordenha da tarde,

às 6 e às 14h respectivamente, para assegurar a completa ingestão do animal. O manejo de ordenha utilizado foi mecânico (sistema do tipo balde ao pé), com o registro diário da produção de leite.

Tabela 2. Porcentagem de inclusão dos ingredientes e composição química da forragem e do suplemento concentrado experimental para vacas leiteiras mestiças (Holandês vs. Zebu), com produção média esperada 10 kg de leite.dia⁻¹

Item	Suplemento	Forragem
<i>Porcentagem de inclusão</i>		
Milho grão moído	50,00	-
Farelo de soja	5,00	-
Torta de algodão	35,00	-
Gérmes de milho ¹	5,00	-
Mistura Mineral ²	1,50	-
Calcáreo	1,00	-
Ureia / S. de Amônio	2,50	-
TOTAL	100,00	-
<i>Composição Bromatológica (%MS)</i>		
Matéria seca	86,86	24,92
Matéria orgânica	95,10	90,80
Matéria mineral	4,90	9,20
Proteína bruta	25,02	7,86
Extrato etéreo	7,14	1,32
FDN	26,38	71,98
FDNi	11,72	29,88
PIDN (%PB)	5,58	48,00
FDA	15,00	42,02
PIDA (%PB)	5,34	26,20
Lignina	6,92	-
CNF ³	36,27	8,58
NDT ³	70,08	56,13

¹Obtido através do processamento do grão do milho por moagem seca com (25% de EE e 11% de PB % de MS);

²Componentes da mistura mineral: Fosfato bicálcico; calcário; sal comum; flor de enxofre; sulfato de zinco; sulfato de cobre; sulfato de cobalto; sulfato de manganês; iodato de potássio; selenito de sódio. A mistura mineral será calculada para atender 100% das exigências em microminerais; FDN: Fibra em detergente neutro; FDNi: Fibra em detergente neutro indigestível; PIDN: Proteína insolúvel em detergente neutro; FDA: Fibra em detergente ácido; PIDA: Proteína insolúvel em detergente ácido. ³ CNF = Carboidratos Não-Fibrosos estimados com base na equação de Hall (2000); NDT = Nutrientes digestíveis totais estimados pela equação de Weiss (1999).

As vacas permaneceram no módulo rotacionado, com área total de 9 ha de pasto, divididos em 9 piquetes com 1,0 ha cada, provido de um bebedouro e um cocho contendo o sal

mineral (Matsuda Fós – Leite® fornecido ad libitum), os quais ficavam dispostos na área de descanso de aproximadamente 10 m² no centro do módulo. Foi utilizado o método de pastejo sob lotação intermitente, manejados com a altura de entrada (60 cm) e de saída (40 cm) respectivamente. As pesagens dos animais foram realizadas no início e fim de cada período para avaliar a variação de peso, sendo os mesmos pesados no mesmo horário, após a ordenha da manhã.

Foi realizada a adubação com ureia ($\pm 40\text{kg N/ ha}$) em cada piquete, dividido em três aplicações, com 20 dias antes do início do experimento, e ao final de cada ciclo de pastejo.

2.3. Coletas de amostras e análises laboratoriais

As mensurações da altura (cm) da forragem foram medidas simultaneamente ao corte da forragem, com auxílio de uma régua, em 50 pontos representativos, a partir de 0,10 m do solo até o plano horizontal médio das folhas. A disponibilidade de forragem (kg de MS.ha^{-1}) foi realizada dois dias, na entrada e saída dos animais no piquete, através do método quadrado (1 m²) com quatro medições para determinação da massa de forragem do dossel forrageiro, proporção relativa de folha:colmo verde e material morto, além da matéria seca potencialmente digestível (MSpD), conforme equação descrita por Paulino et al. (2008): $\text{MSpD} = 0,98 \times (100 - \text{FDN}) + (\text{FDN} - \text{FDNi})$, em que 0,98 = coeficiente de digestibilidade verdadeiro do conteúdo celular; FDN = fibra em detergente neutro; FDNi = FDN indigestível. As amostras foram pesadas e os valores registrados para posterior determinação da massa de forragem.

Foram feitas amostragens do suplemento concentrado, os quais foram armazenados em freezer a -20°C para posterior pré-secagem, moagem e análises químicas no laboratório.

Foi utilizado dióxido de titânio (TiO₂) como indicador externo para estimativa da excreção fecal (Titgemeyer et al., 2001) e a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) após 288 horas de incubação ruminal (Casali et al. 2008) como indicador interno para estimativa do consumo de matéria seca do pasto (CMSP).

Durante dez dias, compreendido entre o 9º ao 18º dia de cada período experimental, cada animal recebeu logo após a ordenha da manhã 20 g animal.dia⁻¹ do indicador, acondicionado em cartuchos de papel introduzido na boca, sendo sete dias de adaptação e os quatro últimos dias do período para coleta de fezes. As fezes foram coletadas uma vez ao dia diretamente na ampola retal de cada animal, em quatro diferentes horários (6:00, 10:00, 14:00 e 18:00 horas) iniciando-se às 14:00 horas do 15º dia do período experimental e terminando às 10:00 horas do 18º dia de cada período experimental, imediatamente após coletadas, as amostras foram armazenadas em

freezer a -10°C para posterior pré-secagem, moagem e análises químicas (Pina et al., 2006). A análise da concentração de dióxido de titânio nas fezes foi realizada conforme descrito por Myers et al. (2004).

A excreção fecal de matéria seca foi estimada por meio da seguinte equação: Matéria seca fecal (g/dia) = (quantidade fornecida do indicador (g)/ concentração do indicador nas fezes (%)) $\times 100$. O consumo de matéria seca de pasto e total (CMSP e CMS) por animal foi estimado por meio das equações propostas por Detmann et al. (2001): $\text{CMSP} = ((\text{EF} \times \text{CIF}) - \text{IC}) / \text{CIFO}$ e $\text{CMS} = \text{CMPS} + \text{CMSC}$

Em que: EF = excreção fecal ($\text{kg}.\text{dia}^{-1}$); CIF = concentração de FDNi nas fezes ($\text{kg}.\text{kg}^{-1}$); IC = ingestão de FDNi presente no concentrado ($\text{kg}.\text{dia}^{-1}$) = consumo de matéria seca de concentrado (kg) \times concentração de FDNi no concentrado ($\text{kg}.\text{kg}^{-1}$); CIFO = concentração de FDNi na forragem ($\text{kg}.\text{kg}^{-1}$) e CMSC = consumo de matéria seca de concentrado ($\text{kg}.\text{dia}^{-1}$).

As amostras de pastos (coleta total e composição morfológica), dos alimentos concentrados (milho moído, farelo de soja, gérmen de milho e torta de algodão) e fezes (diária de cada animal, por período) foram secas em estufa com ventilação forçada (55°C por 72 horas) e processadas em moinhos de facas com peneiras de porosidade de 1-mm para análise química e 2-mm para incubação ruminal in situ (determinação da FDNi). A partir das amostras diárias de fezes secas ao ar de cada animal, em cada período, foram feitas amostras compostas para posterior análise química.

2.4. Produção e composição do leite

As vacas foram ordenhadas, mecanicamente, duas vezes ao dia, fazendo-se o registro diário da produção de leite, contudo para quantificação da produção foi considerado os valores do 14° ao 18° dia de cada período experimental. Através de dispositivo acoplado à ordenhadeira foram coletadas amostras de leite, aproximadamente 200mL, no 17° e 18° dia, na ordenha da manhã – 6 horas e da tarde – 14 horas, fazendo-se amostras compostas de cada dia de acordo com a produção de leite. Foram retiradas de cada amostra composta duas alíquotas: a primeira alíquota (50 mL) foi acondicionada em frascos plásticos com conservante (Bronopol®), mantidos entre 2 e 6°C , e encaminhados para o Laboratório de Análise Clínica do Leite da USP/Esalq em Piracicaba -SP, para determinação dos teores de lactose, gordura, proteína, extrato seco desengordurado, sólidos totais, nitrogênio ureico e contagem de células somáticas segundo a metodologia descrita pelo International Dairy Federation (1996), a segunda alíquota foi desproteinizada com ácido tricloroacético (10 mL de leite misturados com 5 mL de ácido

tricloroacético a 25%), filtrado em papel-filtro, determinando-se imediatamente no filtrado o teor de nitrogênio total AOAC (2000)(PB; ID 984.13), sendo o restante armazenado a -15 °C, para posterior análise de uréia.

A produção de leite corrigida (PLC) para 3,5 % de gordura, foi calculada segundo Sklan et al. (1992), pela seguinte fórmula: $PLC = (0,432 + 0,1625 \times \% \text{ gordura do leite}) \times \text{produção de leite em kg.dia}^{-1}$.

2.5. Nitrogênio ureico no sangue, síntese de proteína microbiana e balanço de nitrogênio

Amostras de sangue foram coletadas durante a pesagem dos animais no 18º dia de cada período ao meio-dia. Foi coletado por punção da veia coccígea, utilizando tubos de ensaio contendo acelerador de coagulação. Imediatamente, foram centrifugadas a 2.500 x g por 15 minutos a temperatura ambiente, sendo então retiradas amostras de soro, acondicionadas em recipientes de vidro e congeladas a -20 °C, para posteriores análises da concentração de nitrogênio uréico.

Amostras spot de urina foram obtidas de todas as vacas no 18º dia de cada período experimental, durante micção estimulada por massagem na vulva, de forma a reduzir a variação diurna na concentração de componentes urinários, sendo as mesmas coletadas após a ordenha matinal, às 12:00 horas. A urina foi filtrada e alíquotas de 10 mL foram retiradas, diluídas imediatamente em 40 mL de ácido sulfúrico a 0,072 N, para evitar destruição bacteriana dos derivados de purinas e a precipitação do ácido úrico, e armazenadas a -20 °C para posteriores análises de uréia, alantoína, ácido úrico e creatinina. Imediatamente antes das análises as amostras de cada animal de cada período, foram descongeladas, centrifugadas a 2.000 g por 15 minutos (Valadares et al., 1999).

As análises de alantoína na urina foram feitas pelo método colorimétrico, segundo Fujihara et al. (1987), descrito por Chen e Gomes (1992). As análises de uréia foram realizadas por meio de sistema enzimático-colorimétrico pelo método urease, utilizando-se kits comerciais (Labtest Diagnóstica S.A, Lagoa Santa, Brazil, ID: 27/500). As análises de ácido úrico na urina foram realizadas por meio do método enzimático-Trinder, utilizando-se kits comerciais (Labtest Diagnóstica S.A. Lagoa Santa, Brazil, ID: 140±1/100). As análises de creatinina na urina foram realizadas por meio do método de ponto final com pícrico e acidificante, utilizando-se kits comerciais (Labtest Diagnóstica S.A. Lagoa Santa, Brazil, ID: 35-100).

O volume urinário total diário foi estimado dividindo-se as excreções urinárias diárias de creatinina pelos valores observados de concentração de creatinina na urina, segundo Valadares

et al. (1999). A excreção urinária diária de creatinina foi estimada a partir da proposição de 24,05 mg de creatinina.kg⁻¹ de PC (Chizzotti, 2004).

A excreção total de derivados de purina (PT) foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretados na urina, expressas em mmol.dia⁻¹. As purinas microbianas absorvidas (PA, mmol.dia⁻¹) foram calculadas a partir da excreção de PT (PT, mmol.dia⁻¹), por meio da equação $PT = 0,85 \cdot PA + 0,385 \cdot PC^{0,75}$, em que 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purinas (Verbic et al., 1990) e $0,385 \cdot PC^{0,75}$ a contribuição endógena para excreção de purinas obtidos para vacas leiteiras (Gonzalez-Ronquillo et al., 2004).

O fluxo intestinal de compostos nitrogenados (N) microbianos no rúmen (Nmic, g.dia⁻¹) foi calculada em função das PA (mmol.dia⁻¹), por meio da equação $Nmic = (70 \cdot PA) / (0,83 \cdot 0,116 \cdot 1000)$, em que 70 representa o conteúdo de N nas purinas (mg N/mmol); 0,83, a digestibilidade das purinas microbianas e 0,116, a relação N-purina:N total nas bactérias (Chen e Gomes, 1992).

As análises dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB, nitrogênio total x 6,25), extrato etéreo, fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (H₂SO₄ 72% p/p) foram feitos segundo métodos descritos em Silva e Queiroz (2002). Para análise da concentração de fibra em detergente neutro (FDN), as amostras de concentrado foram tratadas com alfa amilase termo-estáveis sem uso de sulfito de sódio, corrigidas para o resíduo de cinzas (Mertens, 2002) e para o resíduo de compostos nitrogenados (Licitra et al., 1996). As análises de FDN e FDA foram realizadas em sistema autoclave, utilizando sacos de TNT (tecido-não-tecido). A FDN indigestível (FDNi) foi realizado segundo as recomendações de Casali et al. (2008). A correção da FDN e FDA para os compostos nitrogenados e a estimativa dos conteúdos de compostos nitrogenados insolúveis em detergente neutro (NIDN) e ácido (NIDA) dos alimentos foram realizadas conforme Licitra et al. (1996).

Os teores de carboidratos não-fibrosos (CNF) foram calculados como proposto por Hall (2000), sendo: $CNF = 100 \pm ((\%PB_{dieta} \pm \%PB_{ureia} + \%Ureia_{dieta}) + \%EE + FDN_{cp} \%MM)$. Os teores nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas foram calculados conforme adaptações ao descrito por Weiss (1999), pela seguinte equação: $NDT (\%) = PBD + FDN_{cpD} + CNF_{cpD} + 2,25EED$, em que: PBD = proteína bruta digestível; FDN_{cpD} = fibra em detergente neutro digestível; CNF_{cpD} = carboidratos não-fibrosos digestíveis; e EED = extrato etéreo digestível.

2.6. Análise econômica

A análise econômica foi realizada a partir dos coeficientes técnicos obtidos no sistema de produção no qual as vacas foram manejadas, considerando os preços atualizados de insumos e

mão de obra e produtos com referência aos praticados pelo mercado (Tabela 3). Os valores das depreciações de máquinas e equipamentos foram obtidos utilizando-se o método das cotas constantes (Engel e Antunes, 1996). De posse destes preços e dos coeficientes técnicos de produção foram calculados os seguintes indicadores para avaliação de custos e rentabilidade da produção de leite em pastos de *Panicum maximum* cv. Tanzânia suplementada com níveis crescentes de alimento concentrado (Carmo e Magalhães, 1999):

- Custo Operacional Efetivo (COE);
- Custo Operacional Total (COT) $COT = COE + \text{depreciação}$;
- Custo Médio Efetivo (CME) $CME = COE / \text{Quantidade produzida}$;
- Custo Médio Total (CMT) $CMT = COT / \text{Quantidade produzida}$;
- Receita Bruta (RB) $RB = \text{Quantidade produzida} \times \text{Preço de venda}$;
- Receita Efetiva (RE) $RE = RB - COE$;
- Receita Total (RT) $RT = RB - COT$;
- Relação Benefício-Custo Efetivo (BCE) $BCE = RE / COE$;
- Relação Benefício-Custo Total (BCT) $BCT = RT / COT$.

O custo operacional efetivo (COE) foi composto por todos os itens de despesas considerados variáveis representados pelos gastos em dinheiro com trabalho humano e animal, sementes, fertilizantes, agrotóxicos, operações e manutenção de máquinas e equipamentos, vacinas, medicamentos, juros bancários, dentre outros. A este foi adicionado a parcela dos custos fixos representados pela depreciação dos bens duráveis empregados no processo produtivo, resultando no custo operacional total (COT) (Matsunaga et al., 1976).

A hipótese implícita neste método “é que os produtores têm condições de continuar produzindo, no curto prazo, se o preço do produto for igual ou superior ao custo operacional efetivo médio” (Carmo e Magalhães, 1999). Ainda segundo estes autores, “se as receitas pagarem o custo operacional total, em que se encontra coberta parte dos custos fixos, aumentam as chances de o produtor continuar na atividade por um longo prazo”. As relações custo-benefício (BCT e BCE) informam o retorno obtido para cada unidade de capital investido na produção. Assim, se estes índices são superiores a zero significa que apresentará rentabilidade superior às despesas, confirmando a viabilidade econômica.

Tabela 3. Análise econômica de vacas mestiças (Holandês vs. Zebu), multíparas, a pasto suplementadas com quatro níveis de suplementos (0; 2,0; 4,0 e 6,0 kg/animal.dia⁻¹)

Item	Níveis de Concentrado kg MN , Dia ⁻¹			
	0	2	4	6
Consumo médio de concentrado (kg/cab)	0,00	1,98	3,72	4,71
Consumo médio de concentrado (%PC)	0,00	0,40	0,75	0,95
Produção de leite (3,5% G)	11,90	13,50	14,23	15,13
Custo da dieta concentrada (R\$/kg)	1,08	1,08	1,08	1,08
Custo nutrição (R\$/cab/dia)	0,00	2,14	4,01	5,08
Custo nutrição (R\$/cab/período)	0,00	184,09	345,17	437,21
Custo operacional efetivo (R\$/dia)	21,38	21,38	21,38	21,38
Custo operacional total (R\$/dia)	21,43	21,43	21,43	21,43
Custo médio efetivo (R\$/dia)	1,80	1,58	1,50	1,41
Custo médio total (R\$/dia)	1,80	1,59	1,51	1,42
Custo total (R\$/cab/PE)	21,43	205,52	366,60	458,64
Receita bruta (R\$/dia)	28,56	32,40	34,15	36,31
Receita bruta (R\$/cab/período)	2.456,16	2.786,40	2.937,07	3.122,83
Receita efetiva (R\$/dia)	7,18	11,02	12,77	14,93
Receita total (R\$/dia)	7,13	10,97	12,72	14,88
Relação benefício-custo efetivo	0,34	0,52	0,60	0,70
Relação benefício-custo total	0,33	0,51	0,59	0,69
Margem líquida da produção (R\$/dia)	28,31	30,01	29,89	30,98
Margem líquida cabeça (%)	0,88	7,96	14,26	17,21

Depreciação de 5%; Valor do Kg da dieta = R\$ 1,08; Valor de venda do leite BA = R\$ 2,40* Período experimental = 86 dias
Fonte: Scot Consultoria*

2.7. Análise estatística

Todas as variáveis referentes ao consumo e digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite, síntese microbiana e todas as demais variáveis biológicas avaliadas nas unidades experimentais foram submetidas à análise estatística segundo o delineamento em quadrado latino (4x4) triplicado, sendo seu comportamento, em função do fornecimento de suplemento concentrado em níveis crescente, avaliado por meio de contrastes polinomiais ortogonais (linear e quadrático), utilizando-se o comando PROC MIXED do programa *Statistical Analysis System* (SAS Inst. Inc., Cary, NC. 2005), segundo o modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + Q_i + T_j + (P/Q)_{ik} + (A/Q)_{il} + Q \times T_{ij} + \epsilon_{ijkl}, \text{ sendo:}$$

Y_{ijkl} = observação referente a vaca l, no período k, submetida ao tratamento j, no quadrado latino i;

μ = constante geral;

Q_i = efeito aleatório do quadrado latino i, sendo i = 1, 2, 3;

T_j = efeito fixo do tratamento j , sendo $j = 1, 2, 3, 4$;

$(P/Q)_{ik}$ = efeito aleatório do período k , dentro do quadrado latino i , sendo $k = 1, 2, 3, 4$;

$(A/Q)_{il}$ = efeito da aleatório de animal l , dentro do quadrado latino i , sendo $l = 1, 2, 3, 4$;

$Q \times T_{ij}$ = efeito de interação entre o quadrado latino i e o tratamento j ; e

ε_{ijkl} = erro aleatório, associado a cada observação, pressuposto NID $(0; \sigma^2)$.

Após a definição dos contrastes, modelos de regressão foram estimados em função dos níveis de suplemento concentrado fornecidos, por meio do PROC MIXED, considerando a mesma estrutura do modelo estatístico descrito acima e o nível de suplemento concentrado como variável contínua. Para todas as análises foi considerado o nível de 5% de probabilidade para o Erro Tipo I.

3. RESULTADOS

3.1. Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes

O consumo total de matéria seca (CMS Total) e de nutrientes aumentou de forma linear ($P < 0,001$) em função da oferta de concentrado em níveis crescentes (Tabela 4). Contudo, à medida que os níveis de concentrado ($\text{kg MN} \cdot \text{dia}^{-1}$) foram aumentados, menores foram os CMS de pasto em ($\text{kg} \cdot \text{dia}^{-1}$ e $\text{g}/100$ de PC). Os consumos de proteína bruta (PB), carboidratos no-fibrosos (CNF), extrato etéreo (EE) e NDT ($\text{kg} \cdot \text{dia}^{-1}$) aumentaram linearmente ($P < 0,001$) em função da oferta de suplementos concentrados. Porém, a suplementação com níveis crescentes de concentrado reduziu de forma linear ($P < 0,05$) o consumo de fibra insolúvel em detergente neutro (CFDN em $\text{kg} \cdot \text{dia}^{-1}$ e $\text{g}/100$ de PC).

Houve substituição do CMS do pasto ($\text{kg} \cdot \text{dia}^{-1}$) com o aumento do nível de consumo de MS e/ou MN do Concentrado ofertado ($\text{kg} \cdot \text{dia}^{-1}$) (Figuras 1 e 2). Para cada kg de MN ou MS de concentrado consumido as vacas reduziram 447 ou 515 g no consumo de MS do pasto ofertado.

Foi verificado efeito sob a oferta de concentrado nas digestibilidades dos nutrientes ($P < 0,001$) (Tabela 5). A digestibilidade da MS, MO, PB, CNF, EE e NDT aumentaram de forma linear em função da oferta de concentrado em níveis crescentes, os maiores valores de digestibilidade foram observados para os animais alimentados com $6,0 \text{ kg/animal} \cdot \text{dia}^{-1}$ de 55,02;

56,30; 64,39; 85,49; 64,80 e 58,28 g/100g de MS respectivamente. A digestibilidade da FDNi foi reduzida linearmente pela proporção do consumo de FDN ser menor na dieta total ($P<0,001$).

Tabela 4. Médias de consumo de matéria seca total (CMS Total), de pasto e de nutrientes de vacas mestiças (Holandês vs. Zebu), multíparas, a pasto suplementadas com quatro níveis de suplementos (0; 2,0; 4,0 e 6,0 kg/animal.dia⁻¹)

Item	Concentrado kg MN,dia ⁻¹				EPM	Contraste	
	0	2	4	6		Linear	Quadrático
CMS de Pasto (kg.dia ⁻¹)	8,769	7,712	7,120	6,495	0,34	<0,001	0,385
CMS de Pasto (g/100 de PC)	1,772	1,561	1,436	1,307	0,07	<0,001	0,437
CMS Total (kg.dia ⁻¹)	8,769	9,433	10,320	10,545	0,35	<0,001	0,419
CMS Total (g/100 de PC)	1,772	1,911	2,081	2,124	0,08	<0,002	0,394
CFDN Total (kg.dia ⁻¹)	5,784	5,422	5,354	5,130	0,21	0,009	0,678
CFDN Total (g/100 de PC)	1,169	1,099	1,077	1,035	0,04	0,010	0,694
CMO Total (kg.dia ⁻¹)	7,926	8,395	9,079	9,215	0,31	0,002	0,492
CPB Total (kg.dia ⁻¹)	0,685	1,040	1,358	1,523	0,07	<0,001	0,106
CCNF Total (kg.dia ⁻¹)	0,816	1,294	1,680	1,881	0,07	<0,001	0,067
CEE Total (kg.dia ⁻¹)	0,115	0,208	0,292	0,328	0,01	<0,001	0,064
CNDT Total (kg.dia ⁻¹)	4,416	5,120	5,881	6,174	0,18	<0,001	0,166
Modelos de Regressão							R ²
CMS de Pasto (kg.dia ⁻¹)	$\hat{Y}_{CMSP} = 8,636 \pm 0,312 - 0,370 \pm 0,054 * QC$						97,88
CMS de Pasto (g/100 de PC)	$\hat{Y}_{CMSPPC} = 1,747 \pm 0,067 - 0,076 \pm 0,011 * QC$						98,26
CMS Total (kg.dia ⁻¹)	$\hat{Y}_{CMST} = 8,834 \pm 0,319 + 0,310 \pm 0,059 * QC$						95,68
CMS Total (g/100 de PC)	$\hat{Y}_{CMSTPC} = 1,787 \pm 0,073 + 0,061 \pm 0,012 * QC$						95,51
CFDN Total (kg.dia ⁻¹)	$\hat{Y}_{CFDN} = 5,727 \pm 0,186 - 0,102 \pm 0,036 * QC$						93,24
CFDN Total (g/100 de PC)	$\hat{Y}_{CFDNPC} = 1,158 \pm 0,040 - 0,021 \pm 0,008 * QC$						95,67
CMO Total (kg.dia ⁻¹)	$\hat{Y}_{CMO} = 7,971 \pm 0,274 + 0,228 \pm 0,052 * QC$						94,80
CPB Total (kg.dia ⁻¹)	$\hat{Y}_{CPB} = 0,726 \pm 0,071 + 0,142 \pm 0,008 * QC$						97,36
CCNF Total (kg.dia ⁻¹)	$\hat{Y}_{CCNF} = 0,898 \pm 0,060 + 0,180 \pm 0,011 * QC$						96,21
CEE Total (kg.dia ⁻¹)	$\hat{Y}_{CEE} = 0,127 \pm 0,007 + 0,036 \pm 0,002 * QC$						96,60
CNDT Total (kg.dia ⁻¹)	$\hat{Y}_{CNDT} = 4,492 \pm 0,161 + 0,302 \pm 0,032 * QC$						92,68

MS = matéria seca; FDN = fibra em detergente neutro; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; CNF = carboidrato não fibroso; EE = extrato etéreo; NDT = nutrientes digestíveis totais; PC = peso corporal; EPM = erro padrão da média; R² = coeficientes de determinação. Significância declarada em 0,05.

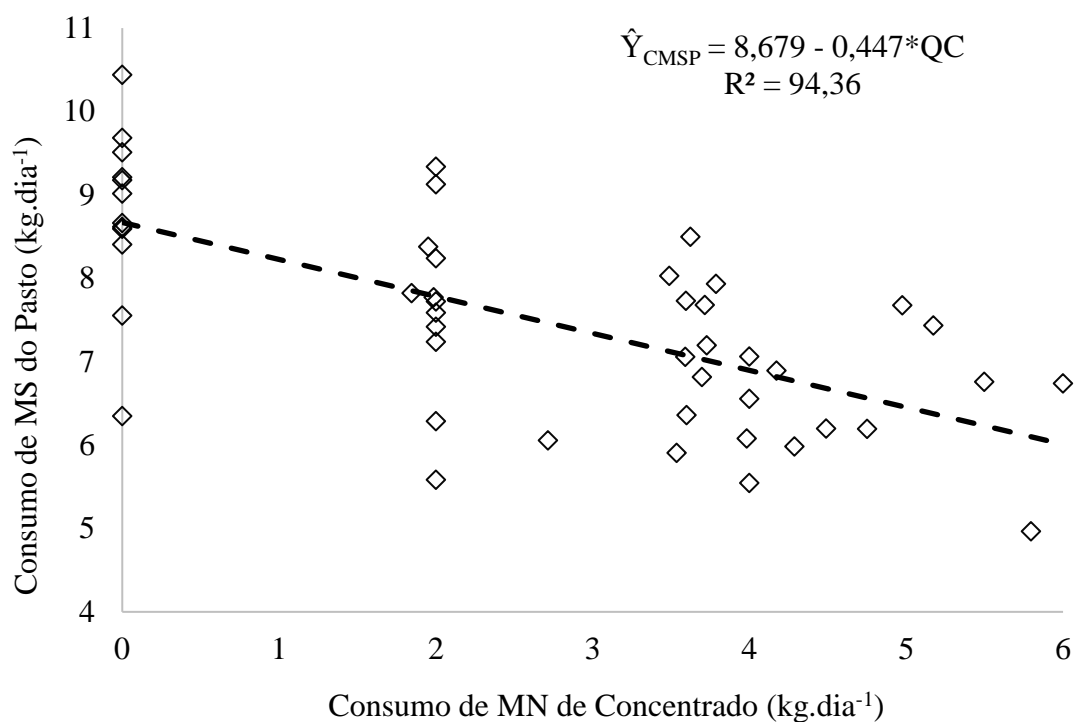


Figura 1. Relação entre o Consumo de MS do pasto (kg.dia⁻¹) e o Consumo de MN de concentrado (kg.dia⁻¹) de vacas mestiças (Holandês vs. Zebu), múltíparas, a pasto suplementadas com quatro níveis de suplementos (0; 2,0; 4,0 e 6,0 kg/animal.dia⁻¹).

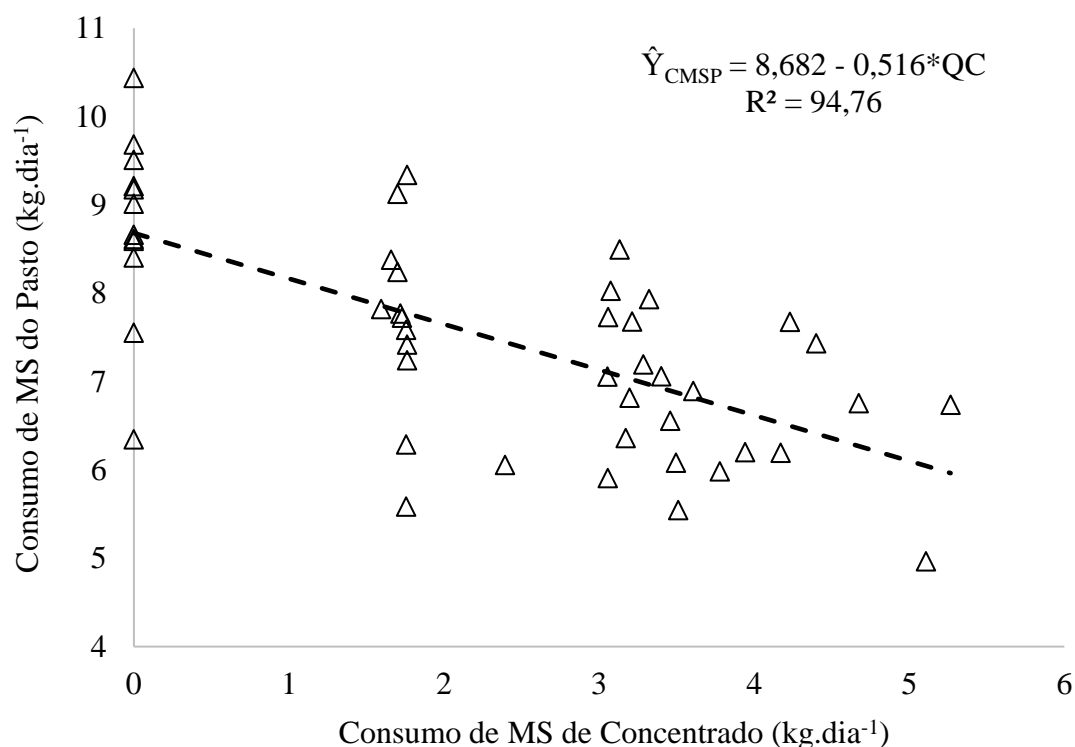


Figura 2. Relação entre o Consumo de MS do pasto (kg.dia⁻¹) e o Consumo de MS de concentrado (kg.dia⁻¹) de vacas mestiças (Holandês vs. Zebu), múltíparas, a pasto suplementadas com quatro níveis de suplementos (0; 2,0; 4,0 e 6,0 kg/animal.dia⁻¹).

Tabela 5. Médias da digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes de vacas mestiças (Holandês vs. Zebu), multíparas, a pasto suplementada com quatro níveis de suplementos (0; 2,0; 4,0 e 6,0 kg/animal.dia⁻¹)

Digestibilidade (g/100g de MS)	Concentrado kg MN, Dia ⁻¹				EPM	Contraste	
	0	2	4	6		Linear	Quadrático
Matéria Seca	47,88	51,34	54,37	55,02	2,29	<0,001	0,117
Matéria Orgânica	51,9	53,87	56,14	56,30	2,23	<0,001	0,105
Proteína Bruta	40,83	53,29	60,35	64,39	3,53	<0,001	0,104
Fibra Insolúvel em Detergente Neutro	48,13	43,85	42,70	39,63	1,83	<0,001	0,459
Carboidratos no-Fibrosos	69,23	82,34	84,66	85,49	3,16	0,015	0,062
Extrato Etéreo	32,22	46,04	58,08	64,80	4,17	0,002	0,411
Total de Nutrientes Digestíveis	50,37	54,31	57,01	58,28	0,24	<0,001	0,125
Modelos de Regressão							R ²
Matéria Seca	$\hat{Y}_{MS} = 48,49 + 1,221 * QC$						93,25
Matéria Orgânica	$\hat{Y}_{MO} = 52,23 + 0,773 * QC$						91,52
Proteína Bruta (g/100g de MS)	$\hat{Y}_{PB} = 43,94 + 3,698 * QC$						94,38
Fibra Insolúvel em Detergente Neutro	$\hat{Y}_{FDN} = 47,58 - 1,333 * QC$						95,58
Carboidratos no-Fibrosos	$\hat{Y}_{CNF} = 73,02 + 2,501 * QC$						75,65
Extrato Etéreo	$\hat{Y}_{EE} = 36,96 + 4,817 * QC$						97,85
Total de Nutrientes Digestíveis	$\hat{Y}_{NDT} = 51,02 + 1,329 * QC$						95,14

EPM = erro padrão da média; R² = coeficientes de determinação. Significância declarada em 0,05.

3.2. Produtividade do pasto

A produção de massa de forragem do *Panicum maximum* cv. Tanzânia durante o período experimental foi de 1.117 (kg MS.ha⁻¹) permitiu oferta de forragem média de 2,2 kg de MS por 100 kg PC (Figura 3). As alturas do dossel no pré e pós-pastejo ficaram próximas às pretendidas de 60 e 40 cm, respectivamente. Houve maior produção do componente MFV = massa de folha verde 1.117 kg MS.ha⁻¹, em comparação a MCV = massa de colmo verde e de material morto (Figura 4). O equivalente a 50 %, 21% respectivamente. Após o pastejo foram observadas reduções na produção de massa de forragem e de folhas, na proporção de folhas e razão folha: colmo, com aumentos nas proporções de colmo e material morto 647 kg MS.ha⁻¹ (Figura 4).

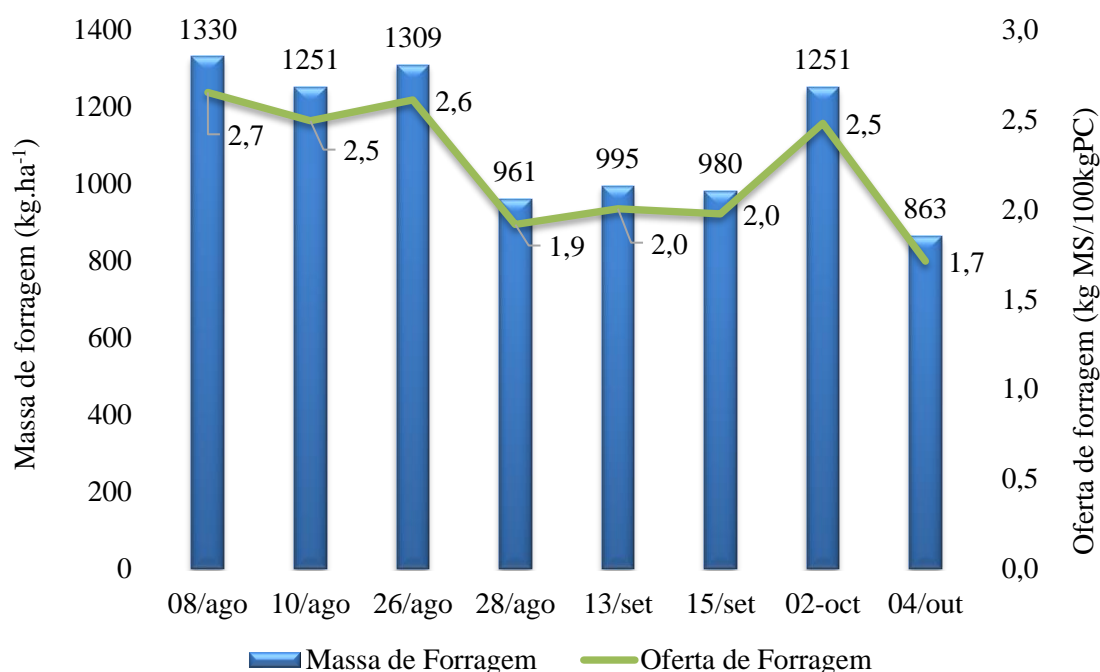


Figura 3. Massa de forragem (kg.ha⁻¹) e oferta de forragem média (kg MS/100kg PC) de *Panicum maximum* cv. Tanzânia no período experimental.

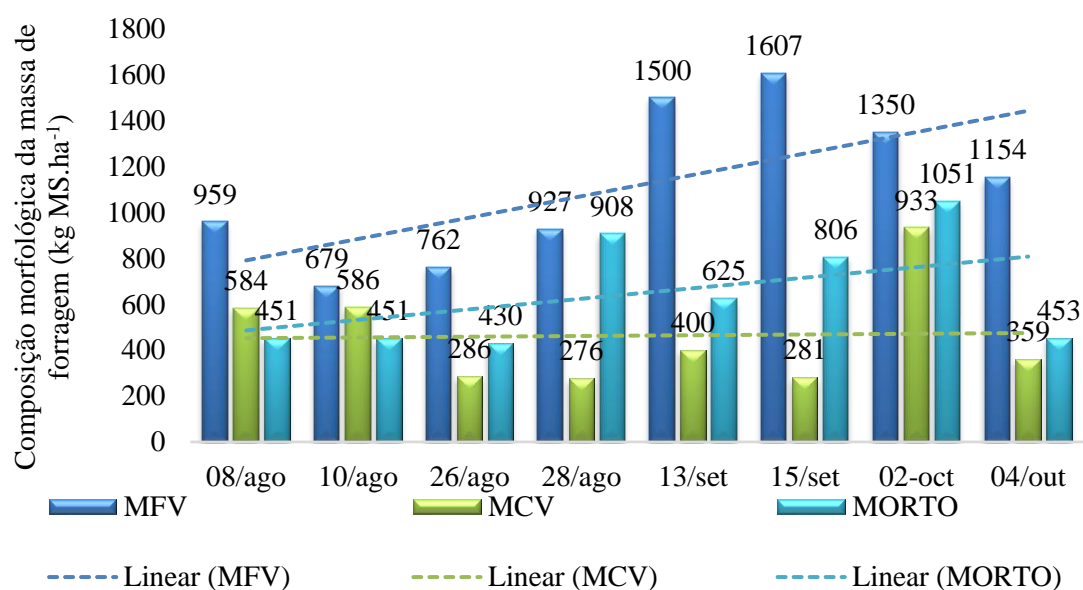


Figura 4 Massa da composição morfológica (massa de folha verde = MFV; massa de colmo verde = MCV e morto) do pasto *Panicum maximum* cv. Tanzânia no período experimental.

3.3. Produção e composição do leite

A suplementação com níveis crescentes de concentrado (0; 2,0; 4,0 e 6,0 kg/animal.dia⁻¹) para vacas mestiças (Holandês x Zebu), aumentou linearmente ($P < 0,001$) a produção de leite (kg.dia⁻¹) e da composição do leite, dentre estes a proteína (g.dia⁻¹), lactose (g.dia⁻¹), extrato seco desengordurado (g.dia⁻¹), sólidos totais (g.dia⁻¹). Contudo, a concentração de gordura (g.100mL⁻¹) reduziu linearmente ($P = 0,0285$) em função dos níveis crescentes de concentrado ofertados aos animais (Tabela 6). Entre os níveis de concentrado ofertados, os aumentos na produção de leite foram de 1,720 (kg/animal.dia⁻¹) de 0 para 2,0 (kg MN.dia⁻¹), 0,920 (g/animal.dia⁻¹) de 2 para 4 (kg MN.dia⁻¹) e 0,950 (g/animal.dia⁻¹) de 4 para 6 (kg MN.dia⁻¹).

O teor de nitrogênio ureico no leite (mg.dL⁻¹) aumentou linearmente ($P < 0,001$), com o fornecimento crescente de concentrado passando de 14,54 para 17,03 mg.dL⁻¹ para as vacas recebendo 0 ou 6,0 kg de concentrado.dia⁻¹, respectivamente. Entretanto, não houve efeito da suplementação concentrada em níveis crescentes ($P > 0,05$) para concentração de lactose, extrato seco desengordurado e extrato seco total (g.100mL⁻¹), sólidos totais (g.100mL⁻¹) e nem para a contagem de células somáticas (Tabela 6).

Os valores encontrados para CCS estão dentro do preconizado para leite de boa qualidade, e foram similares entre os tratamentos, o que indica que a saúde da glândula estava normal e, portanto, não interferiu na produção.

Tabela 6. Média de produção e composição do leite de vacas mestiças (Holandês vs. Zebu), multíparas, a pasto suplementadas com quatro níveis de suplementos (0; 2,0; 4,0 e 6,0 kg/animal.dia⁻¹)

Item	Concentrado kg MN,dia ⁻¹				EPM	Contraste	
	0	2	4	6		Linear	Quadrático
Produção de Leite	10,70	12,42	13,34	14,29	1,57	<0,001	0,346
Produção Leite 3,5%G	11,90	13,50	14,23	15,13	1,72	0,003	0,543
Gordura g.100mL ⁻¹	4,25	4,05	3,91	3,88	0,25	0,028	0,485
Gordura g.dia ⁻¹	463,70	500,40	523,70	565,00	77,28	0,006	0,928
Proteína g.100mL ⁻¹	2,91	2,97	2,96	3,01	0,06	0,014	0,756
Proteína g.dia ⁻¹	309,40	364,20	394,50	425,50	46,02	<0,001	0,326
Lactose g.100mL ⁻¹	4,49	4,52	4,51	4,50	0,05	0,764	0,413
Lactose g.dia ⁻¹	479,20	555,40	603,30	641,30	75,87	<0,001	0,314
E.S.D g.100mL ⁻¹	9,34	9,25	9,40	9,37	0,89	0,420	0,646
E.S.D g.dia ⁻¹	996,90	1,146,80	1,314,40	1,369,90	216,74	<0,001	0,350
S. Totais g.100mL ⁻¹	11,64	11,48	11,46	11,42	0,32	0,179	0,588
S. Totais g.dia ⁻¹	1,237,60	1,420,10	1,552,00	1,631,00	188,70	<0,001	0,482
NUL mg/dL	14,54	15,48	16,98	17,03	1,17	<0,001	0,172
CCS (10 ³ células/mL)	173,40	157,07	157,09	168,23	43,56	0,914	0,664
Modelos de Regressão							R ²
Produção de Leite	$\hat{Y}_{PL} = 10,93 \pm 0,323 + 0,585 \pm 0,086 * QC$						97,40
Produção Leite 3,5%G	$\hat{Y}_{PLC} = 12,12 \pm 0,450 + 0,521 \pm 0,120 * QC$						96,76
Gordura g.100mL ⁻¹	$\hat{Y}_{GP} = 4,21 \pm 0,097 + 0,0625 \pm 0,026 * QC$						91,28
Gordura g.dia ⁻¹	$\hat{Y}_{GGD} = 464,16 \pm 20,931 + 16,351 \pm 5,594 * QC$						98,95
Proteína g.100mL ⁻¹	$\hat{Y}_{PBP} = 2,92 \pm 0,019 + 0,0145 \pm 0,005 * QC$						84,73
Proteína g.dia ⁻¹	$\hat{Y}_{PBGD} = 316,65 \pm 9,673 + 18,931 \pm 2,585 * QC$						97,64
Lactose g.dia ⁻¹	$\hat{Y}_{LACGD} = 489,69 \pm 15,118 + 26,719 \pm 4,040 * QC$						97,39
E.S.D. g.dia ⁻¹	$\hat{Y}_{ESDGD} = 1014,02 \pm 41,013 + 64,334 \pm 10,961 * QC$						96,31
S. Totais g.dia ⁻¹	$\hat{Y}_{STDG} = 1263,35 \pm 41,390 + 65,619 \pm 11,062 * QC$						97,00
NUL	$\hat{Y}_{NUL} = 14,66 \pm 0,268 - 0,448 \pm 0,072 * QC$						91,04

Produção de leite = (kg de leite/animal.dia⁻¹); Produção de leite (3,5G) = produção de leite corrigida para 3,5% de gordura; ESD = extrato seco desengordurado; S. Totais = sólidos totais; NUL= nitrogênio ureico no leite; CCS = contagem de células somáticas; EPM = erro padrão da média; R² = coeficientes de determinação. Significância declarada em 0,05.

3.4. Derivados de purinas, excreção urinária e síntese de proteína microbiana

Tabela 7. Médias das excreções urinárias dos derivados de purina, derivados de purinas totais e absorvidas e volume urinário de vacas mestiças (Holandês vs. Zebu), multíparas, a pasto suplementadas com quatro níveis de suplementos (0; 2,0; 4,0 e 6,0 kg/animal.dia⁻¹).

Item	Concentrado kg MN , dia ⁻¹				EPM	Contraste	
	0	2	4	6		Linear	Quadrático
Alantoína (mmol.dia ⁻¹)	162,08	153,97	170,25	206,31	25,29	0,036	0,115
Ácido Úrico (mmol.dia ⁻¹)	23,11	29,86	27,06	35,64	4,26	0,049	0,830
Purinas Totais (mmol.dia ⁻¹)	185,19	184,68	197,31	241,95	24,31	0,015	0,180
Purinas Absorvidas (mmol.dia ⁻¹)	170,33	169,66	183,98	236,51	28,51	0,015	0,179
N Microbiano (g.dia ⁻¹)	123,84	123,35	133,76	171,95	20,72	0,015	0,179
Eficiência Microbiana (g/Kg de NDT)	155,32	134,77	141,52	159,78	18,08	0,766	0,200
Urina (Litros)	24,75	24,74	24,99	25,10	2,18	0,854	0,969
Modelos de Regressão							R ²
Alantoína (mmol.dia ⁻¹)	$\hat{Y}_{\text{Alantoína}} = 151,25 + 7,39 * \text{QC}$						69,42
Ácido Úrico (mmol.dia ⁻¹)	$\hat{Y}_{\text{Ácido Úrico}} = 23,60 + 1,74 * \text{QC}$						71,63
Purinas Totais (mmol.dia ⁻¹)	$\hat{Y}_{\text{Purinas totais}} = 175,21 + 9,10 * \text{QC}$						76,04
Purinas Absorvidas (mmol.dia ⁻¹)	$\hat{Y}_{\text{Purinas absorvidas}} = 158,60 + 10,59 * \text{QC}$						75,52
N-Microbiano (g.dia ⁻¹)	$\hat{Y}_{\text{N Microbiano}} = 115,31 + 7,70 * \text{QC}$						75,51

N-Microbiano = nitrogênio microbiano; Urina = volume urinário/dia; EPM = erro padrão da média R² = coeficientes de determinação. Significância declarada em 0,05.

Houve o aumento ($P < 0,05$) nos teores de alantoína, ácido úrico, purinas totais, purinas absorvidas (mmol.dia^{-1}) e N microbiano (g.dia^{-1}) em função da suplementação com níveis crescentes de concentrado (0; 2,0; 4,0 e 6,0 $\text{kg/animal.dia}^{-1}$). Os maiores teores de derivados de purina foram para o fornecimento de (6,0 $\text{kg/animal.dia}^{-1}$) (Tabela 7). Entretanto, não houve efeito da suplementação concentrada em níveis crescentes ($P > 0,05$) para eficiência microbiana (g/Kg de NDT) e urina (L).

4 DISCUSSÃO

4.1 Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes

No período de agosto a outubro, o módulo de lotação intermitente recebeu adubação com ureia ($\pm 40\text{kg N.ha}^{-1}$) antes do início do experimento e ao final de cada ciclo de pastejo, com uma lotação ajustada média no período de 1,1 UA (unidade animal) e 1,5 UA.ha^{-1} . O aperfeiçoamento de práticas e ajustes de manejo do pasto e do animal, visam maximizar o consumo de forragem e a produção de leite, embora seja um dos principais desafios para pesquisadores, consultores e produtores de leite (Santos et al., 2008).

A produção média de forragem foi de 1.117 (kg MS.ha^{-1}) com uma oferta de forragem média de 2,2 $\text{kg de MS/100 kg PC}$. Gomide (1998) sugere, que em pastos manejados sob lotação intermitente, níveis de oferta de forragem variando entre 5 a 7,5 $\text{kg de massa verde para cada 100 kg de peso corporal}$ permitem maximizar a produção de leite por vaca. Todavia, sistemas submetidos a níveis de oferta maiores que 10 $\text{kg de forragem/100 kg de peso corporal}$ correspondem a perdas de forragem maiores que 50%, caracterizando um baixo aproveitamento de forragem (Braga et al., 2007). Segundo Silva et al. (1994), a oferta de forragem mais recomendada para vacas leiteiras é de 6 a 9 % do peso vivo. Dessa forma, verifica-se que ocorreu baixa oferta de forragem para o período analisado, pois no tratamento em que a dieta foi somente pasto, a média de CMS de pasto foi de aproximadamente 8,8 kg.dia^{-1} ou 1,8 $\text{kg de MS/100 kg PC}$.

Ao avaliar relação entre o consumo de MS do pasto (kg.dia^{-1}) e o consumo de MN de concentrado (kg.dia^{-1}) de vacas mestiças (Holandês vs. Zebu), multíparas, foi

observado uma variação na resposta com o fornecimento do concentrado em níveis crescentes (0; 2,0; 4,0 e 6,0 kg/animal.dia⁻¹) havendo um efeito substitutivo em relação ao tratamento (0 kg MN.dia⁻¹). Geralmente quando é utilizado suplementos concentrados em adição à dieta com pasto, há ocorrência de efeito substitutivo, principalmente em elevado nível de concentrado, em que o aumento no consumo deste reduz o consumo de pasto de 0,32 a 0,40kg de matéria seca de pasto por kg de concentrado utilizado (Bargo et al., 2003). De acordo com o NRC (2001), pode haver substituição quando a oferta de concentrado for superior a 1,0 kg animal.dia⁻¹.

As estimativas de massa de forragem encontradas ao longo do período experimental foram variados de acordo com a disponibilidade de produção de forragem de cada piquete avaliado no sistema rotacionado com valores máximo de 1.330 e mínimo de 863 (kg.ha⁻¹). Mertens (1992) avaliou que existe alta correlação negativa entre o teor de FDN e energia disponível nos alimentos concentrados e volumosos com o consumo de MS. E consequentemente a massa de forragem possui efeito primordial na qualidade, por modificar a estrutura do dossel, alterando a proporção dos componentes folha, colmo e material morto (Bortolo, 1999).

A massa da composição morfológica do pasto no período experimental permaneceu com média de 1.117 kg MS.ha⁻¹ de folha, 463 kg MS.ha⁻¹ de colmo verde e 647 kg MS.ha⁻¹ de material morto o equivalente a 50 %, 21% e 29 % respectivamente. É importante ressaltar que a composição morfológica está diretamente relacionada com o consumo de forragem (Casagrande et al., 2010). Segundo Van Soest (1994), o valor nutritivo da forragem é determinado pela composição e, consequentemente, por uma série de fatores que constituem uma interação entre o ambiente e a resposta da planta. Esta variação sazonal nas características das gramíneas é chamada de estacionalidade da produção forrageira, e os principais fatores envolvidos são características fisiológicas da planta, deficiência hídrica, nutrientes, radiação solar, fotoperíodo e a temperatura.

Como já é sabido, o capim Tanzânia possui bom potencial de produção com aptidão para utilização em sistemas de pastejo, e em condições de solos corrigidos e adubações segundo recomendações agronômicas (Sousa et al., 2010). Assim, quando há elevado potencial de crescimento das forrageiras tropicais, pode acarretar acúmulo de material morto ao longo do período, aumentando os teores de FDA e FDN, reduzindo os teores de PB e a digestibilidade da MS. Nesse contexto, ao analisar a composição centesimal e bromatológica da forragem do período, observa-se um teor médio de FDN e de PB de aproximadamente 72% e 8% respectivamente. O valor de FDN na planta

inteira foi acima do intervalo recomendado de 55 e 60% de FDN (Van Soest, 1994). Baseado nisso, verifica-se que o CMS do pasto foi limitado pela qualidade da forragem. Gerdes et al. (2000) evidenciaram no capim Tanzânia, durante a primavera, acréscimos nos teores de FDN em relação aos teores encontrados no verão, sendo 74% e 78%, respectivamente e decréscimos no teor de PB, com teores de 13,6% e 10,8%, respectivamente.

Dessa forma, o CMS do pasto não aumentou apresentando valor médio de 7,52 kg.dia⁻¹ e 1,52 %PC, corroborando com os resultados encontrados por Oliveira et al. (2014) estudando o efeito de quatro níveis de concentrado (0, 1, 3 e 5 kg/animal.dia⁻¹) e proteína (14 e 18%) em dietas de vacas mantidas em pasto de capim Tanzânia.

A média de consumo de MS total dos quatro tratamentos da pesquisa foi de 9,8 kg.dia⁻¹ e apresenta-se abaixo do preconizado de acordo com o NRC (2001) de (18,2 kg.dia⁻¹) para vacas com peso vivo médio de 550 kg e produção de 25 kg de leite/animal.dia⁻¹ com 3,5% de gordura. Porém, no presente trabalho o consumo avaliado foram de vacas mestiças com baixa a média produção de leite, com produção inicial de (10 kg de leite/animal.dia⁻¹) confirmando com o consumo observado por (Oliveira et al., 2021) quando avaliou a produção de leite de vacas de diferentes grupos genéticos em pastos tropicais, variando de 8,82 kg.dia⁻¹ da raça Guzolando (Guzerá vs. Holandesa), 9,85 kg.dia⁻¹ para a raça Gir e 10,24 kg.dia⁻¹ para a raça Sindi. Segundo Ramírez-Rivera et al. (2019), a relação de consumo é dependente do fator MS da forrageira, que sofre influência da quantidade e qualidade dos pastos, fatores genéticos e padrão racial, área de pasto por animal, número de partos e o período de gestação.

Em estudo sobre o efeito da suplementação com diferentes teores de PB (16, 19 e 21%) e diferentes teores de proteína não degradada no rúmen (PNDR) (5, 7 e 9%), Amanlou et al. (2017) observaram resultados parecidos à esta pesquisa, em que o consumo de MS foi aumentado em respostas aos tratamentos. Esses referidos autores concluem que, o efeito da suplementação proteica sobre o consumo de MS pode estar relacionado a diferenças nas fontes e níveis de proteína, estágio de lactação dos animais e suplementação de proteína em excesso às exigências das vacas.

O elevado teor de FDN ($\geq 60\%$) e baixo teor de PB inferiores ao nível crítico (7,0% de PB na dieta basal), limita o consumo e, dessa forma, o atendimento das necessidades nutricionais dos animais (Minson, 1990). O conteúdo de FDN tem sido considerado o melhor componente da forragem para prever a ingestão de MS em ruminantes (Allen, 2000; Silva, 2011). No entanto, a maximização da utilização da fibra

em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpD) de forragens tropicais acontece quando a dieta basal possui 10,0% de PB (Detmann et al., 2014). Nesse sentido, fica claro a importância da suplementação concentrada em pastos com baixa a média oferta de capim no período de águas e principalmente no período seco do ano, sendo fundamental para a produção animal. O efeito positivo da suplementação a pasto é associado a dois aspectos diferentes, a oferta de compostos nitrogenados para os microrganismos ruminais e a adequação dos nutrientes absorvidos disponíveis (Detmann et al., 2014).

Para as vacas que não receberam suplementação concentrada, o consumo de FDN total foi de 1,17 % do PC. Mertens (1985) sugere que o consumo de MS em vacas leiteiras é ótimo para consumos de FDN de no máximo $1,2 \pm 0,1\%$ do PC. Neste trabalho, os valores médios encontrados de consumos de FDN total foram de 5,78; 5,42; 5,35 e 5,13 kg.dia⁻¹ para 0; 2,0; 4,0 e 6,0 kg de concentrado/animal.dia⁻¹ respectivamente, representando 1,17; 1,10; 1,08; 1,04% do PC, valores dentro do limite sugeridos por Mertens (1985) com diferença de $\pm 0,1\%$. Valores acima disso podem limitar consumo e valores abaixo podem diminuir a ruminação, prejudicando saúde ruminal e, por consequência, a produtividade (Santos, 2021).

A média geral para o consumo de FDN encontrada na literatura nacional é de 1,60% do PV, logo a pesquisa ficou com consumo de FDN recomendado e abaixo da média geral. Lima et al. (2001), avaliando o consumo de vacas leiteiras em pastagem de capim Tanzânia, estimaram o consumo de FDN acima de 1,20% do PV. Euclides et al. (2000) encontraram consumos de FDN entre 1,46 e 1,82% do PV em pastagem de *Brachiaria brizantha*, e concluíram a maior dependência de volumoso via pasto, logo houve maior participação da fibra na dieta, estimulando a motilidade do rúmen, a qual responsabiliza-se pelo teor de gordura no leite, sendo esta, a fibra efetiva (FDNe) ou fibra fisicamente efetiva (FDNfe), a responsável pela mastigação que, por sua vez, ativa a secreção salivar.

Teixeira et al. (2019) avaliando a resposta produtiva e o consumo de vacas em lactação em Tifton 85 em razão da suplementação proteica, observaram uma redução na relação NDT/PB consumida de 3,50 abaixo das exigências, o que ocasionou o efeito substitutivo da forragem. Vacas em lactação demandam em média, uma dieta com relação NDT/PB de 4,55 de exigência de manutenção e produção. Neste trabalho esta razão ficou de 6,45; 4,92; 4,33 e 4,05 para 0; 2,0; 4,0 e 6,0 kg de concentrado/animal.dia⁻¹ respectivamente, podendo afirmar o efeito substitutivo de forragem com o aumento de

concentrado na dieta, e conseqüentemente variou a exigência de manutenção e produção da relação NDT/PB com o consumo abaixo de 2kg de concentrado.

O aumento dos consumos de NDT, está associado principalmente, ao maior consumo de CNF e à maior participação de concentrado em cada dieta. Oliveira et al. (2014) concluíram que o consumo de CNF aumentou com o maior consumo de concentrado (0,35; 0,85; 1,87 e 2,89 kg.dia⁻¹), porém reduziu com o aumento do teor de PB (0,35; 0,83; 1,80 e 2,77 kg.dia⁻¹), em virtude da maior utilização de farelo de soja para elevar o nível de proteína do concentrado, reduzindo o suprimento de CNF em detrimento da PB. Em um sistema baseado em pastagem, é bem reconhecido que a limitação do consumo é o principal fator que interfere na produção de leite (Bargo et al., 2003). Embora alguns outros nutrientes possam limitar a produção de leite, a ingestão de energia é provavelmente a maior restrição para um melhor desempenho (Hills et al., 2015). As análises bromatológicas do capim Tanzânia utilizado neste estudo apresentou 7,9 % de PB, 72,0 % de FDN e 56,1 % de NDT, características consideradas de média qualidade do pasto. Isto demonstra que somente o capim Tanzânia local não foi suficiente para manter a produção média de leite encontrada de 12,70 kg. dia⁻¹. Silva et al. (2017), em sua pesquisa com animais mestiços (Holandês vs. Zebu), alimentados em sistema de piquete rotacionado, com pastagem de Tanzania, e submetidos a suplementação apenas com mistura mineral *ad libitum* e suplementação proteica energético (2 kg.dia⁻¹), definiram que uso exclusivo de forragem não permite a máxima expressão de produção de leiteira para vacas mestiças. Os mesmos autores destacaram que o uso da suplementação promoveu aumentos médios de 19,51% para a produção de leite, em comparação a animais que receberam apenas mistura mineral.

Depois da energia, a proteína é o nutriente de maior exigência pelos microrganismos do rúmen, ocorrendo redução no consumo quando os níveis atingem menos de 7% de PB na MS (Berchielli et al., 2011; Lima et al., 2012). No entanto, quando há maiores níveis de proteína na dieta, além de representar prejuízos econômicos, impacto ambiental, pode também comprometer o desempenho reprodutivo (Sales et al., 2008). Como as dietas de cada tratamento avaliado eram isonitrogênicas 25% PB, é possível afirmar que o aumento do consumo de PB está diretamente relacionado ao maior CMS total (kg.dia⁻¹) em resposta aos níveis crescentes de concentrado.

O maior consumo de EE é devido a presença de gérmen de milho na composição da dieta, foram adicionados 5 kg na MN. Sabe-se que o grão de milho é formado por

quatro estruturas físicas: pericarpo (5%), endosperma (82%), gérmen (11%) e ponta (2%), os quais diferem-se em composição química. O pericarpo e a ponta são compostos por fibras, o endosperma é constituído principalmente por amido (98%) e proteína (74%), já o gérmen é rico em lipídios (83%), açúcares (69%) e proteínas (26%) (Paes, 2006). O gérmen é um coproduto originado a partir do processamento do grão do milho por moagem seca (gérmen gordo) ou moagem úmida (gérmen extra gordo). Assim, a utilização deste pode proporcionar uma economia na formulação de dietas, pois atende as exigências energéticas e proteicas de animais e em baixa quantidade comparado a dietas com fubá de milho (Moreau et al., 2005).

O gérmen utilizado no presente trabalho foi o gérmen gordo, com 25% de EE e 11% de PB na % de MS, resultado semelhante ao encontrado por Abdelqader et al., (2009a) e Almeida et al. (2014) respectivamente. Ao avaliar a composição bromatológica da dieta, o teor de EE foi de aproximadamente 7% na MS, como a suplementação das vacas foram com níveis crescentes de concentrado, o consumo de EE aumentou de 115 a 328 (g.dia⁻¹).

Oliveira et al. (2014) observaram que o consumo de MS, PB, EE, CNF e NDT aumentaram à medida que foram fornecidos os concentrados tanto de 14% quanto de 18% de PB, individualmente. Os consumos de fibra em detergente neutro (FDN) diminuíram à medida que foram fornecidos os concentrados. Os níveis de PB não influenciaram os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, PB, FDN e EE. Silva et al. (2009) ao avaliarem os efeitos de quatro níveis de concentrado (0; 1; 3 e 5 kg/vaca/dia) e dois níveis de PB (11 e 13% na MS total) na dieta de vacas mestiças Holandês x Zebu, mantidas em pastagem de capim elefante, verificaram que a produção de leite aumentou em função dos níveis de concentrado (11,9; 11,7; 13,8 e 13,0 kg/animal.dia⁻¹ para os níveis de 0; 1; 3 e 5 kg/animal.dia⁻¹, respectivamente).

Segundo Guimarães et al. (2020), o sistema de produção a pasto e as características físicas e bromatológicas dos ingredientes de uma dieta influenciam diretamente o comportamento ingestivo dos bovinos. Dentre essas características está a digestibilidade dos nutrientes que influencia no padrão de consumo e determina a composição nutricional total os quais serão absorvidos para suprir as exigências nutricionais do animal, os quais tendem a ser selecionados no momento do consumo (Silva et al., 2010).

As alterações nas digestibilidades de MS, MO, CNF, EE e total de nutrientes digestíveis estão interligados e ocorreram devido ao aumento no consumo destes

nutrientes e consequentemente ao aumento nos níveis de concentrado na dieta e redução do consumo do componente pasto na dieta, o qual reduziu a digestibilidade de FDNi com o aumento no nível de consumo de CNF. Esta resposta proporciona melhoria no ambiente ruminal e aumento na digestão da MS dos alimentos (Detman et al., 2005).

Em um estudo testando dois níveis de suplementação de concentrado 0 e 4 kgMS/dia em vacas em lactação e seus efeitos nas mesmas faixas de oferta de massa de forragem, 25 e 40 kg MS/dia. A suplementação de 4 Kg MS/vaca/dia teve efeito positivo sobre o consumo total de MS e a produção de leite quando a oferta de massa de forragem era menor, 25 Kg MS/dia, ou seja, a baixa oferta de forragem com uma suplementação de concentrado a base de milho e soja pode contribuir com o consumo total de matéria seca (MS) e aumentar a produção de leite (Miguel et al., 2019).

Cardoso et al. (2017) avaliaram o consumo, coeficiente de digestibilidade dos nutrientes, produção e composição química do leite de vacas em lactação mantidas a pasto submetidas à diferentes sistemas alimentares: pasto exclusivo; pasto associado à cana-de-açúcar e ureia a 1% da matéria natural total; pasto associado a 4 kg.dia⁻¹ de suplemento concentrado; pasto associado à silagem de sorgo e 2 kg.dia⁻¹ de suplemento concentrado, e pasto associado à silagem de sorgo. Os autores observaram que não houve efeito dos tratamentos para o consumo e digestibilidade dos nutrientes. Da mesma forma, não houve efeito na produção e composição do leite em função dos sistemas alimentares. No entanto, os autores recomendaram, para vacas mestiças Holandesas vs. Zebu com produção média de 15 kg de leite/animal.dia⁻¹, o sistema alimentar de pasto exclusivo de gramínea *Urochloa brizantha* cv. decumbens.

Desta forma, os diferentes níveis de concentrado alteraram o CMS total e digestibilidade aparente dos nutrientes.

4.2 Produção de leite

A resposta da produção de leite e de leite corrigida para 3,5% de gordura eram esperadas, uma vez que houve variação do consumo total de MS e de pasto em função dos níveis concentrado e satisfatória pois condiz com a capacidade produtiva destes animais e com o consumo de forragem apresentado. Segundo Hoffman et al. (1993), o consumo de MS da forrageira é um dos principais fatores que influenciam a produção de leite em animais a pasto. Outro fator que impulsiona o consumo de MS é o fornecimento de CNF na dieta, segundo (Broderick, 2006) proporciona efeitos positivos

na produção de leite. O consumo de CNF no tratamento com ausência de concentrado foi de aproximadamente ($0,82 \text{ g.dia}^{-1}$) e aludindo-o com as respostas do fornecimento de (2,0; 4,0 e $6,0 \text{ kg.dia}^{-1}$), pode-se observar que houve um acréscimo no consumo de CNF de (0,48; 0,86 e $1,07 \text{ kg.dia}^{-1}$) a mais que a dieta sem concentrado respectivamente, portanto auxiliou no incremento da produção de leite.

A média da produção de leite em função dos níveis de concentrado na dieta foi de $12,70 \text{ kg. dia}^{-1}$, e a maior produção de leite foi observada no tratamento com fornecimento de (6 kg MN.dia^{-1}), relacionado ao maior consumo de MS total, NDT e CNF. Considerando um aumento crescente no fornecimento de suplemento de 2 kg de concentrado em cada tratamento, foi observado que as vacas aumentaram em média $1,20 \text{ kg.dia}^{-1}$ de leite a cada aumento. Isso corrobora com os resultados, em que a vaca de leite aumenta 1 kg de leite em média por kg de consumo de MS concentrado (Peyraud e Delaby, 2001; Delagarde et al., 2011).

Oliveira et al. (2014) verificaram produção média de $12 \text{ kg de leite vaca.dia}^{-1}$ mantidas em pastagem de capim Tanzânia com 13,43% PB, suplementadas com níveis de concentrado (0, 1, 3 e $5 \text{ kg/animal.dia}^{-1}$) e proteína bruta (14 e 18% PB na MS) e não houve efeito sobre a produção e composição do leite. Valor inferior ao encontrado por (Abdelqader et al., 2009) 35 kg. dia^{-1} avaliando dietas isolipídicas e formuladas para serem semelhantes nos teores de PB (18,2%), FDN (33,2%) e EE (6,0%).

Além do tipo de suplemento e da quantidade de alimento concentrado oferecido, o potencial de produção individual dos animais e as condições dos pastos são fatores que interagem e afetam diretamente a eficiência de suplementação (kg de leite produzido/kg de concentrado fornecido a mais), em pastos de melhor qualidade (Ribeiro Filho et al., 2007). Santos et al. (2003) revisando trabalhos sobre a utilização do suplemento em sistemas a pasto observou que vacas mantidas exclusivamente em pastos tropicais sem suplementação apresentaram produção média de leite de $9,33 \text{ kg. dia}^{-1}$, enquanto, com o uso da suplementação, a produção média de leite foi de $13,80 \text{ kg. dia}^{-1}$. Esses resultados mostram que existe aumento da produção individual de vacas em pastos com o fornecimento de concentrado (Voltolini, 2006).

Para vacas em lactação, as quantidades de nutrientes requeridos variam de acordo com o peso corporal, a produção de leite, o estágio de lactação e a ordem de parição. Em sistemas de produção de leite, que realizam o pastejo intensivo durante o período das chuvas, os pastos podem fornecer nutrientes que permite alcançar níveis de produção de leite de até 14 kg. dia^{-1} , sem necessidade do uso de concentrado (Morenz

et al., 2018). Contudo, à medida que o manejo do pasto é menos intensivo, o valor nutritivo da forragem diminui, demandando uso de suplementação concentrada, quando ocorre menor crescimento do pasto durante a estação seca. Nesse período, o concentrado formulado deverá ter mais de 20% de PB, haja vista que a maior parte dos suplementos volumosos apresenta teores de proteína abaixo de 8% (Morenz et al., 2018).

Neste trabalho, as vacas estavam no período de lactação inicial médio de $95,0 \pm 42$ dias e média de produção de leite de 10 kg.dia^{-1} , esta variação no comportamento quanto ao estágio de lactação e a ordem de parição pode ser vista dentro de cada quadrado latino e entre os quadrados. Santos et al. (2005) observaram produções médias de leite de 11 kg.dia^{-1} para os estádios de lactação de 91 a 180 dias, em vacas sob pastejo rotacionado de capim Tanzânia sem suplementação, o que valida ao que foi encontrado neste trabalho, no tratamento sem suplementação a produção de leite foi próxima ao encontrado pelos autores, $10,7 \text{ kg.dia}^{-1}$. Teixeira et al. (2019) e Oliveira et al. (2010) também encontraram resultados próximos, de $10,50 \text{ kg.dia}^{-1}$ sob pastejo de forrageiras tropicais sem suplementação concentrada.

Algumas pesquisas encontraram resultados de produção de leite inferior a pesquisa atual. Cardoso et al. (2017) relataram produção de $10,33 \text{ kg de leite vaca.dia}^{-1}$ para vacas mestiças (Holandês vs. Zebu), mantidas em sistema de pastejo utilizando braquiária e suplementadas com $4,0 \text{ kg}$ de concentrado. Fukumoto et al. (2010) demonstraram produção de $9,1 \text{ kg de leite vaca.dia}^{-1}$ em vacas mestiças (Holandês vs. Zebu) em sistema de pastejo rotacionado de capim Tanzânia.

O uso de suplementação concentrada com maior teor de proteína bruta, assegura uma menor queda na produção de leite, neste estudo as dietas foram isonitrogêndas com 25% de PB, e a maior produção de leite obtida foi com o aumento no nível de consumo para $6 \text{ kg animal.dia}^{-1}$. Teixeira et al. (2019) avaliando diferentes níveis proteicos com 40, 50 e 60% de PB com consumo de concentrado de $2,5 \text{ kg MNdia}^{-1}$ obteve produção de leite de 13,17; 12,74 e $12,12 \text{ kg de leite.dia}^{-1}$ respectivamente. Desta forma, pode-se inferir que o uso de suplementos com maiores concentrações de PB para animais sob pastos tropicais pode ser adequado, sendo fornecido em menores quantidades, sem deixar de atender às exigências de PB, de minerais e ao requerimento de energia (Borges et al., 2015). De acordo com Condren et al. (2019) trabalhando com alimentação a base de pastejo e concentrados, definiram que, desde que a formulação esteja devidamente balanceada, o fornecimento de maior quantidade de ração (entre fornecimento de 3 e 6

kg/animal.dia⁻¹), até um certo limite fisiológico, estimulava uma maior produção de leite e consequente aumento no consumo MS.

Níveis altos de lipídios na dieta também interfere na produção e composição de leite, a inclusão na dieta em teores superiores a 5% na MS está relacionada a mudanças nos padrões de fermentação ruminal, com consequências na digestibilidade da fibra, diminuindo a ingestão e consequentemente o ganho de peso dos animais (Cenkvar et al., 2005; Marín et al., 2013). Abdelqader et al. (2009b) observaram efeito quadrático na produção de leite de vacas alimentadas com níveis crescentes de gérmen de milho (0; 7,0; 14,0 e 21,0 % na MS), obtido pelo processo de moagem seca em uma dieta contendo silagem de milho e feno de alfafa como fonte de volumoso. A queda na produção de leite foi observada com níveis de 7% de EE na dieta. Em contraste, não encontraram alterações no teor de gordura do leite de vacas suplementadas com 7 e 14% na MS, mas houve queda de 0,42 unidades percentuais neste teor quando o gérmen de milho foi adicionado a 21% na MS. No processo de moagem a seco do milho, a separação dos principais componentes não é tão completa quanto na moagem úmida, pois pequenas quantidades de pericarpo e endosperma permanecem aderidas ao gérmen, resultando em um coproduto com menos gordura (20 – 25 %MS), além disso, a gordura presente neste processo de moagem a seco, parecem estar relativamente protegida no rúmen, quando comparada com a gordura presente em outros coprodutos do milho, como grãos secos de destilaria com solúveis (DDGs) (Abdelqader et al., 2009b).

Silva et al. (2019) revelaram que não houve influência dos níveis de concentrado e de PB sobre a produção e composição do leite. Os autores concluíram ainda que o pastejo rotacionado de capim Tanzânia sem suplementação é a melhor opção de produção de leite na época das chuvas para vacas mestiças com produção média de 12 kg de leite.dia⁻¹. O aumento na produção e composição do leite de vacas leiteiras não depende apenas da fonte ou sistema de alimentação, existem vários fatores que devem ser levados em consideração para o sucesso da produtividade, como exemplo, o potencial genético do rebanho, fatores ambientais, sanitários, nutricionais e suas interações (Teixeira et al., 2010).

Além do incremento de concentrado na dieta, o aumento na produção de leite também está associado com a adição de aditivos alimentares, pois este auxilia na adaptação metabólica e fisiológica desde a gestação até o início da lactação (Roche et al., 2013). Neste estudo não foi usado aditivos alimentares, no entanto pesquisas com produtos derivados de leveduras, como *Saccharomyces cerevisiae*, destacam-se nesta

classe, pois são utilizados como promotores de saúde animal e ruminal. Existe uma variedade de produtos contendo cultura de levedura ou cultura de levedura mais levedura hidrolisada enzimaticamente e outros produtos de fermentação de levedura (Castagnino et al., 2017; Jiang et al., 2017; Zhu et al., 2017). Foi comprovado que produtos de levedura derivados de *Saccharomyces cerevisiae* melhoram a fermentação ruminal (Desnoyers et al., 2009), o consumo de ração (Dann et al., 2000) e a produção de leite (Ramsing et al., 2009). Um dos possíveis mecanismos de ação envolve fatores de crescimento intracelulares produzidos pela cultura de leveduras e podem alterar a fermentação ruminal (Callaway e Martin., 1997).

Por outro lado, os resultados podem ser muito inconsistentes entre os experimentos, e alguns estudos não observam nenhuma influência significativa da suplementação de aditivos na produção de leite em vacas leiteiras no meio da lactação (Schingoethe et al., 2004). Yuan et al. (2015) não encontraram efeito sobre a produção de leite, porém, houve aumento de BHBA - β -hidroxibutirato plasmático como efeito indireto da suplementação de levedura no metabolismo lipídico.

4.3 Composição do leite

Os teores médios de gordura (4,0%), proteína (3,0%) e sólidos totais (11,5%) e de contagem de células somáticas (164.000 células/mL) observados no presente estudo estão próximos ou iguais aos valores mínimos (3,0; 2,9 e 11,5%, para gordura, proteína e sólidos totais, respectivamente) e abaixo de 400.000 células/mL estabelecidos pela Instrução Normativa 51 e 62 do MAPA (BRASIL. 2002 e 2011).

A composição do leite pode alterar por influência da dieta. Conforme Wittwer (2000), os constituintes do leite que podem sofrer mais alterações nos níveis são gordura e proteína. A gordura pode variar de 2 a 3 unidades percentuais, enquanto a variação do teor de proteína é bem menor, oscilando de 0,3 a 0,4%. Os teores médios de gordura (4,0%), proteína (3,0%) e sólidos totais (11,5%) e de contagem de células somáticas (164.000 células/mL) observados no presente estudo, estão próximos ou iguais aos valores mínimos (3,0; 2,9 e 11,5%, para gordura, proteína e sólidos totais, respectivamente) e abaixo de 400.000 células/mL estabelecidos pela Instrução Normativa 51 e 62 do MAPA, (Brasil, 2002 e 2011).

O teor de gordura no leite em sistema de bovinocultura a pasto normalmente é elevado, pois a fibra ao chegar no rúmen é degradada e produz os ácidos graxos voláteis,

sendo o acetato em maior quantidade, ao ser metabolizado segue para síntese da gordura do leite (Nussio et al., 2011). Entretanto, segundo Bauman e Grinari (2003), o alto teor de lipídeos e o baixo pH ruminal podem diminuir o teor de gordura do leite, uma vez que afetam a biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos, levando à síntese de ácidos graxos Trans, com destaque para o C18-2 Trans-10 Cis-12, que são potentes inibidores da síntese na glândula mamária. A alteração dos teores de gordura do leite está de acordo com o esperado, uma vez que diminuições no teor são normalmente observadas quando a quantidade de concentrado fornecido por vaca é superior a 4 kg.dia⁻¹ (Peyraud et al., 2001).

Dietas suplementadas com lipídios são tipicamente usados em rações de bovino leiteiro para aumentar a densidade energética da dieta e aumentar a produção de leite (Palmquist, 1984; NRC, 2001; Litherland et al., 2005). Apesar do potencial de melhorar o valor energético das rações, a gordura dietética suplementar pode diminuir o CMS quando o nível total da dieta exceder 7% na MS (NRC, 2001).

Lima (2017) avaliando os efeitos da adição dos aminoácidos essenciais L-lisina e DL-metionina na dieta de vacas em lactação mantidas em pastos de azevém anual e suplementadas com concentrado de baixo teor proteico, concluiu que o fornecimento dos aminoácidos lisina e metionina protegidos da degradação ruminal, não influenciou a produção total de leite, mas sim na sua composição, com menores níveis de gordura no leite para os tratamentos que receberam o suplemento. De acordo com McCormick et al. (2001), o suplemento com maior aporte de proteína proporcionou maior teor de gordura e proteína no leite. Já Silva et al. (2009) não verificaram influência dos níveis de 0; 1; 3 e 5 kg de concentrado vaca.dia⁻¹ na dieta de vacas mestiças mantidas a pasto, nos teores dos constituintes do leite (gordura: 2,32; 2,45; 2,34 e 2,25%,) e (proteína: 3,14; 3,08; 2,99 e 3,22%). Por outro lado, Roche et al. (2007); Vilela et al. (2007) e Wales et al. (2009) não relataram diferenças para o teor de gordura do leite com aumento do nível de concentrado, mas foi observado decréscimo numérico.

A alteração do teor de gordura e proteína do leite deve ser objeto de atenção, visto que leite que apresenta valores superiores ao descrito na Instrução Normativa 62 do MAPA, que estipula teor mínimo de 3,0% de gordura e 2,9% de proteína no leite, pode receber bonificação da indústria por meio do pagamento extra aos produtores.

Com relação à proteína do leite, o aumento está relacionado ao incremento crescente na densidade energética da dieta, em função dos níveis de concentrado ofertados aos animais. E devido ao acréscimo energético, ocorre a síntese protéica na

glândula mamária (Coulon e Rémond, 1991). Uma vez que a fermentação ruminal é desviada para maior produção de propionato. Esse ácido graxo entra na gliconeogênese hepática onde é convertido a glicose, principal molécula que fornece energia para síntese das proteínas do leite (González Campos, 2003). A composição proteica do leite reúne várias proteínas específicas, dentre as quais a caseína é a mais importante, pois compreende cerca de 85% das proteínas lácteas. Essa proteína é o principal componente do leite responsável pelo rendimento na indústria láctea (González Campos, 2003).

A maior parte da proteína metabolizada por vacas de leite a pasto é de origem microbiana (60-75%), o qual fornece a principal fonte de aminoácidos essenciais para ruminantes (Peres, 2001). Esses aminoácidos são extraídos do sangue para serem utilizados pelas células epiteliais da glândula mamária para sintetizar as proteínas do leite. Assim, a deficiência de um único aminoácido pode impedir a síntese das proteínas, de tal forma que a produção de leite possa ser comprometida (Heinrichs et al., 2016).

Mourthé et al. (2015) avaliando a inclusão de níveis crescentes de grãos de soja 0; 1,3; 2,6 e 3,9 kg na matéria natural na dieta de vacas (Holandês vs. Gir) sob pastejo em capim Marandu suplementadas com concentrado (6 kg/animal.dia⁻¹) observaram que houve diferenças na composição do leite, em que a inclusão de quantidades crescentes de grãos de soja, apresenta potencial para a secreção de leite com gordura enriquecida com ácidos graxos benéficos à saúde humana. De acordo com Valadares Filho (2006) a proteína apresenta grande interesse na nutrição animal, pelo seu alto custo e seu potencial limitante no sistema de produção, sendo que a sua deficiência na dieta limita o crescimento microbiano, reduzindo a digestibilidade da parede celular, a síntese de proteína microbiana, o consumo e consequentemente, o desempenho animal.

O teor médio de sólidos totais do leite analisado foi de 11,5 (g.100mL⁻¹) esses resultados corroboram com o estudo de Yuan et al. (2015). Os sólidos totais é a soma dos demais constituintes da composição físico-química do leite, ou seja, gordura, proteína, lactose e cinzas, e sua variação é em grande parte dependente das variações no teor de gordura do leite, esse fator é importante, pois a indústria de laticínios oferece aos produtores uma bonificação ao leite com teores mais altos de gordura e sólidos totais. Isso ocorre, pelo fato do rendimento dos derivados ser maior, proporcionando uma maior lucratividade a indústria, logo esse bônus se torna um incentivo para os produtores produzirem leite com maior teor de sólidos totais e para isso deve-se ter um maior investimento em genética e alimentação com esse potencial.

Araújo et al. (2018) observaram diferença na composição do leite de vacas Gir e Guzerá. Estes autores relatam uma composição média de 4,5% de gordura, 3,3% de proteína e 12,2% de sólidos totais para a raça Guzerá; e 4,1% de gordura, 3,2% de proteína e 12,0% de sólidos totais para Gir. Mayilathal et al. (2019) coletaram dados de animais da raça Sindi em diferentes estações do ano, definindo valores médios gordura, proteína e sólidos totais de, 3,89 %, 3,30% e 11,61%, respectivamente.

Os valores encontrados mostram que para o nível de fornecimento de concentrado de (0,0 e 2,0 kg/animal.dia⁻¹) os valores estavam dentro do intervalo de referência para NUL preconizados pela literatura de 10 a 16 mg dL⁻¹ (Jonker et al., 1998). No entanto, os valores de NUL observados nos tratamentos para o nível de fornecimento de (4,0 e 6,0 kg/animal.dia⁻¹), excederam o valor máximo de 16 mg dL⁻¹.

O excesso de nitrogênio ureico no leite é indício de deficiência de CNF ou energia na dieta, a qual não foi capaz de captar o N ruminal excedente da degradação da proteína. Logo, altas concentrações de NUL são resultado de vários fatores nutricionais, incluindo não somente o excesso de proteína, mas também a quantidade inadequada de energia ou excesso de proteína degradável no rúmen (Jonker et al., 1998). Contudo, os intervalos recomendados para NUL devem ser avaliados com cautela, devido a grande influência genética, nível de produção, estágio de lactação, manejo do rebanho e da época do ano (Broderick; Huhtanen, 2007). Para Grant (2007) a variação nos valores da composição do leite, são devido a hereditariedade (55%) e a fatores ambientais, como a alimentação (45%). Oliveira et al. (2001) e Lascano et al. (1991) consideraram que concentrações de 24 a 25mg/dL de NUL seriam o limite a partir do qual se iniciariam perdas de compostos nitrogenados. Sato et al. (1996) relataram que vacas com variações de NUL acima de 18mg/dL apresentaram resultados negativos de concepção após a inseminação.

Voltolini et al. (2010) avaliaram a produção e composição do leite, nitrogênio ureico no plasma (NUP), o escore de condição corporal e a variação de peso corporal de vacas submetidas a duas frequências de pastejo em pastos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum.* cv. Cameroon): uma variável, determinada pela entrada dos animais na área a ser pastejada, quando o dossel atingisse 95% de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e uma frequência fixa de 26 dias. Os autores verificaram que as frequências de pastejo não influenciaram a produção e composição do leite. Entretanto, a taxa de lotação e a produção de leite por unidade de área foram maiores nos pastos com intervalo de pastejo determinado pela interceptação de 95% da

radiação fotossinteticamente ativa. Concluíram ainda que a frequência de pastejo definida em intervalos variáveis por meio da interceptação da radiação fotossinteticamente ativa resulta em maior produção de leite por unidade de área.

Um dos principais fatores que devem ser levados em consideração dentro da nutrição de vacas leiteiras é o correto balanceamento dos nutrientes presentes nas dietas, com destaque para a sincronização entre os níveis de proteínas e carboidratos. O desequilíbrio entre fontes de nitrogênio e energia pode causar efeito negativo na produção de proteína microbiana no rúmen e, consequentemente, na síntese de leite na glândula mamária, devido a deficiência de nutrientes necessários para o crescimento dos microrganismos ruminais (Berchielli et al., 2011). Da mesma forma, quando em excesso, os níveis de nitrogênio que chega ao ambiente ruminal, não são totalmente aproveitados pela microbiota ruminal, ocorrendo excesso de amônia no sangue, fazendo com que o fígado transforme a amônia em ureia, e excretando o excesso pelas fezes e urina (Van Soest, 1994). Além de causar efeitos diretos na poluição do ambiente, esse processo requer alto gasto de energia por parte do animal. Berchielli et al. (2011) afirmam que quando a concentração de amônia no sangue se encontra acima de 100 mg/dL a mesma é considerada tóxica para animais ruminantes e quando em condições normais de produção, isto somente ocorre quando o animal ingere altas quantidades de nitrogênio não proteico (NNP) em curto espaço de tempo, resultando em alcalose metabólica.

O teor de lactose varia pouco por estar sujeito a regulação endócrina e, principalmente, por ser o principal agente osmótico envolvido na secreção do leite, não podendo ser alterado por fatores nutricionais, então não pode ser utilizada para monitoramento nutricional de vacas leiteiras (Peres, 2001). É a fração mais constante no leite, pois é ela que, determina o volume de leite produzido.

Fagan et al. (2008) relataram que as variações de células somáticas presentes no leite devem-se principalmente às deficiências nas práticas de manejo de ordenha, do número e fase de lactação dos animais ordenhados, sendo que as variações climáticas têm pouca influência sobre a sanidade da glândula mamária.

Dias (2020) declara que a ordenha corresponde à principal atividade de uma propriedade de produção leiteira, uma vez que se trata da obtenção do leite propriamente dito. Desse modo, durante a ordenha, há um elevado risco de infecção por patógenos da mastite, assim como também há risco de ocorrer a contaminação microbiológica do leite diante de hábitos inadequados do ordenhador e condições precárias de higiene, por

exemplo. Do mesmo modo, o acúmulo de fezes e de lama no local da ordenha torna o ambiente com maior possibilidade a contaminação a partir de microrganismos ambientais. Paiva (2022), expõe que a baixa qualidade do leite se relaciona diretamente com a higiene no processo da ordenha, com a sanidade da glândula mamária e com a manutenção e desinfecção inadequada dos equipamentos. O extrato seco desengordurado ($\text{g} \cdot 100\text{mL}^{-1}$) esta diretamente relacionados com os teores de proteína e gordura do leite .

4.4 Derivados de purina, excreções urinárias e síntese de proteína microbiana

Sabe-se que a excreção urinária de derivados de purina pelos ruminantes pode ser usada para estimar o fluxo intestinal de proteína microbiana (Chen et al., 1996), dessa forma pode-se relacionar o efeito crescente dos derivados devido a maior ingestão de energia da dieta. Como a disponibilidade energética e proteica têm sido apontadas como o principal fator limitante do crescimento microbiano (Clark et al., 1992) e as dietas foram balanceadas na tentativa de serem isoenergéticas e isoproteicas, é possível inferir que isso tenha contribuído para estes resultados.

Os valores médios das dietas para excreção urinária de alantoína total e ácido úrico foram $173,15$ e $28,92 \text{ mmol} \cdot \text{dia}^{-1}$, respectivamente, e $202,28 \text{ mmol} \cdot \text{dia}^{-1}$ para derivados de purina total, o que corresponde, respectivamente, a 85,60% e 14,30% de alantoína e ácido úrico em relação ao total de derivados de purina. Os valores de alantoína estão 0,6% acima do recomendado, contudo o volume de urina foram maiores. Estes dados estão próximos e dentro da variação citada por Chen e Gomes (1992) de 80% a 85% e 15% a 20% do total excretado na urina respectivamente, como indicativo de eficiência da síntese de nitrogênio microbiano. No entanto, esta amplitude de excreção de ácido úrico e alantoína na urina está condicionada ao estágio fisiológico do animal e aos tratamentos dietéticos utilizados. Em bovinos, a alantoína e o ácido úrico constituem aproximadamente a 98% dos derivados de purina excretados na urina, sendo que a xantina e a hipoxantina são convertidas a ácido úrico por ação da xantina oxidase (Rennó et al., 2000).

Os valores médios das purinas absorvidas e do nitrogênio microbiano observados ($190,12 \text{ mmol} \cdot \text{dia}^{-1}$ e $138,23 \text{ g} \cdot \text{dia}^{-1}$) respectivamente, foram superiores aos encontrados por Rennó (2003), de $112,03 \text{ mmol} \cdot \text{dia}^{-1}$ e de $65,19 \text{ g} \cdot \text{dia}^{-1}$. Os valores encontrados no trabalho para eficiência microbiana foi superior ao de Valadares Filho

et al. (2006), que recomendaram, a partir de dados de pesquisas realizadas no Brasil, a utilização de 120 gPBmic/kg de NDT como referência para eficiência de síntese microbiana em condições tropicais, e superior ao de 130 gPBmic/kg de NDT sugerido pelo NRC (2001). O NRC (2001) explica que há uma produção média de 130 g de PB microbiana para cada kg de NDT consumido, podendo haver variação de 53 a 140g de PBmic/kg NDT.

O teor de NDT da dieta influencia a produção de proteína microbiana, esta relação é equivalente à exigência de PDR (proteína digestível no rúmen), logo é uma relação que se mantém constante e reduz quando há pouca ou muita energia nas dietas (Pina et al., 2011). O que explica a não influência ao aumento dos níveis de concentrado na dieta, já que a composição do concentrado era a mesma. O volume urinário foi igual independentemente do nível de fornecimento de concentrado com média de 24,90 L. Este comportamento está relacionado supostamente à sincronia na liberação de nitrogênio deste suplemento, já que a ureia é degradada rapidamente no rúmen. Portanto a fonte de energia favoreceu o crescimento dos microorganismos ruminais similaridade do lote quanto a ordem e período de lactação e devido a estratégia suplementar utilizada.

O estudo sobre o balanço de nitrogênio é indicativo do metabolismo proteico dos animais ruminantes e constitui importante parâmetro na avaliação de alimentos, o que permite avaliar se o animal encontra-se em equilíbrio quanto aos compostos nitrogenados, o que pode refletir em melhor desempenho e melhor eficiência de utilização da fração proteica da dieta (Moreno et al., 2010).

A síntese de proteína microbiana não depende apenas das fontes de nitrogênio e de carboidratos da dieta, é também influenciada pela taxa de diluição ruminal, pela frequência de alimentação, pela relação volumoso: concentrado, ionóforos e minerais, como P, S e Mg, na dieta. (Pereira et al., 2007). Segundo Aguiar et al. (2015), a eficiência de produção microbiana é um dos fatores que determina a quantidade de proteína microbiana que atinge o intestino delgado, e é inversamente proporcional à permanência dos microorganismos no rúmen.

4.5 Análise econômica

Conforme os resultados avaliados no estudo, os produtores têm condições de continuar produzindo a longo prazo no período avaliado, as receitas pagaram o custo operacional total. As relações custo-benefício (BCT e BCE) obtidos para cada unidade

de capital investido na produção foram superiores a zero, e apresentaram rentabilidade superior às despesas, confirmando a viabilidade econômica.

Considerando que todo o alimento ofertado foi consumido pelos animais, a relação de produção em litros de leite por kg de concentrado ofertado, mostra que animais que produziram a partir de 10,70 litros de leite, a cada 2 kg de concentrado ofertado, adiciona-se 1,19 litros na produção de leite. Segundo Teixeira et al. (2013), um dos mecanismos para definir a eficiência da utilização de concentrados nos sistemas produtivos, é analisar como se comporta a resposta animal ao uso de suplementos.

Apesar do alto custo do concentrado, os produtores consideram viável sua utilização, pois há um ganho compensatório na produção de leite. Porém esse ganho é perceptível até certo ponto, pois à medida que a quantidade de concentrado fica muito alta, a produção já não tem tanta resposta e o custo se torna elevado, deixando assim o fornecimento inviável (Toigo, 2014).

5 CONCLUSÃO

O potencial de produção de vacas mestiças em pastos de capim Tanzânia sem suplementação concentrada é de 12 kg por dia de leite com 3,5% de gordura. O fornecimento de níveis crescentes de concentrado (0; 2,0; 4,0 e 6,0 kg/animal.dia⁻¹) aumenta linearmente a disponibilidade de nutrientes para vacas mestiças sob pastejo de capim Tanzânia, além de proporcionar maior produção, de leite e síntese ruminal de proteína microbiana. Contudo, o fornecimento de níveis crescentes de concentrado promove efeito substitutivo em relação ao consumo de forragem, reduzindo aproximadamente a ingestão de 500 g de matéria seca de pasto por cada quilo de matéria natural de concentrado ofertado aos animais.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELQADER, M. M., HIPPEL, A. R., KALSCHUR, K. F., SCHINGOETHE, D. J., KARGES, K., and GIBSON, M. L. **Evaluation of corn germ from ethanol production**

as an alternative fat source in dairy cow diets. Journal of Dairy Science. v. 92, p. 1023–1037, 2009a. doi: 10.3168/jds.2008-1207

ABDELQADER, M. M., HIPPEN, A. R., KALSCHEUR, K. F., SCHINGOETHE, D. J., GARCIA, A. D. **Isolipidic additions of fat from corn germ, corn distillers grains, or corn oil in dairy cow diets.** Journal of Dairy Science. v. 92, p. 5523–5533, 2009b. doi: 10.3168/jds.2008-1867

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants.** Wallingford, UK: CAB international. 159p. 1980.

AGUIAR, M.S.M.A., SILVA, F.F., DONATO, S.L.R., SHIO, A.R., SOUZA, D.D., MENESES, M. A., LÉDO, A.A. **Síntese de proteína microbiana e concentração de ureia em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira Opuntia.** Semina: Ciências Agrárias. 2015 36(2): 999-1012.

ALLEN, M. S. **Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle.** Journal of Dairy Science, v. 83, n. 1598, 2000.

ALMEIDA, E. M. et al. **Respostas fisiológicas em vacas lactantes suplementadas com germen integral de milho.** Revista Agrotecnologia, v.5, n.1, p. 105-114, 2014.

ARAÚJO, T. P. M., RANGEL, A. H. N., LIMA, G. F. C., PEIXOTO, M. G. C. D., URBANO, S. A., e BEZERRA, J. S. (2018). **Gir and Guzerat cow milk production and composition according to lactation stage, somatic cell count, physiological state and body condition.** Acta Scientiarum. Animal Sciences, 40(e39352), 1–7. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v40i1.39352>.

AURÉLIO, N. D., QUADROS, F. L. F., MAIXNER, A. R., ROSSI, G. E., DANIEL, E., ROMAN, J., BANDINELLI, D. G., TRINDADE, J. P. P., e BRUM, M. S. (2007). **Comportamento ingestivo de vacas holandesas em lactação em pastagens de capim-elefante anão (Pennisetum purpureum cv. Mott) e Tifton 85 (Cynodon dactylon x C. nlemfuensis) na região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.** Ciência Rural, 37(2), 470–475. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782007000200027>.

BARGO, F., MULLER, L. D., KOLVER, E. S., DELAHOY, J. E. Invited review: **Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture.** Journal of Dairy Science, 86,1-42, 2003.

BAUMAN, D. E.; GRIINARI, M. G. **Nutritional regulation of milk fat synthesis. Annual Review of Nutrition.** v. 23, p. 203-227, 2003.

BERCHIELLI, T. T., PIRES, A. V., OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes. 2ª Ed** Jaboticabal: Funep. 616pp. 2011.

BORGES, A.L.C.C.; TEIXEIRA, R.M.A.; SILVA, E.A. et al. **Desempenho nutricional de bovinos leiteiros.** Inform. Agropecu., v.36, p.88-99, 2015.

BORTOLO, M. **Avaliação de pasto de coastcross-1 (Cynodon dactylon (L.) Pers.) em níveis de matéria seca sob pastejo.** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1999. 75p.Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, 1999.

BRAGA, G. J., PEDREIRA, C. G. S., HERLING, V. R., e LUZ, P. H. D. C. **Eficiência de pastejo de capim-marandu submetido a diferentes ofertas de forragem.** Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 42(11), 1641–1649. 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007001100017>

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 51, de 18 de set. 2002. **Regulamento técnico de produção, identidade e qualidade do leite tipo a, do leite tipo b, do leite tipo c, do leite pasteurizado e do leite cru refrigerado e regulamento técnico da coleta de leite cru refrigerado e seu transporte a granel, em conformidade com anexos.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, Seção 1, n. 183, p. 55, 2002.

BRODERICK, G. A. **Improving nitrogen utilization in the rumen of the lactating dairy cow.** Florida Ruminant Nutrition Symposium, Best Western Gateway Grand, Gainesville FL, 2006.

BRODERICK, G.; HUHTANEN, P. **Application of milk urea nitrogen values.** In: Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers, 2007. Syracuse Proceedings... Syracuse. p. 185-193, 2007.

CALLAWAY, E. S. AND MARTIN, S. A. 1997. **Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on ruminal bacteria that utilize lactate and digest cellulose.** Journal of Dairy Science, 80, 2035–2044.

CARDOSO, R. B., PEDREIRA, M. S., RECH, C. L. S., SILVA, H. G. O., RECH, J. L., SCHIO, A. R., AGUIAR, L. V., SILVA, A. S., e SILVA, H. A. (2017). **Produção e composição química do leite de vacas em lactação mantidas a pasto submetidas à diferentes sistemas alimentares.** Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, 18(1), 113–126. <https://doi.org/10.1590/s1519-99402017000100011>.

CARMO, M. S.; MAGALHAES, M. M. **Agricultura sustentável: avaliação da eficiência técnica e econômica de atividades agropecuárias selecionadas no sistema não convencional de produção.** Informações Econômicas, São Paulo: IEA, v.29, n.7, p.7-98, jul.1999.

CASAGRANDE, D. R.; RUGGIERI, A. C.; JANUSCKIEWICZ, E. R.; GOMIDE, J. A.; REIS, R. A.; VALENTE, A. L. S. **Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu manejado sob pastejo intermitente com diferentes ofertas de forragem.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.39, n.10, p.2108-2115, 2010.

CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. **Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, n.2, p.335-342, 2008.

CASTAGNINO, D. S., YING, Y., ALLEN, M.S., GERVAIS, R., CHOUINARD, P.Y. AND GIRARD, C.L. 2017. **Short communication: Apparent ruminal synthesis of B vitamins in lactating dairy cows fed Saccharomyces cerevisiae fermentation product.** Journal of Dairy Science, 100, 8161–8164.

CENKVÀRI, É. S FEKETE , H FÉBEL , T VERESEGYHÁZI , E ANDRÁSOFSZKY. **Investigation on the effects of Cases of oil linseed on rumen fermentation in sheep on milk composition of goats.** Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. v.89, n.01,pg.172-178, 2005.

CHEN, X. B.; SAMARAWEERA, L.; KYLE, D. J.; ØRSKOV, E. R.; ABEYGUNAWARDENE, H. **Urinary excretion of purine derivatives and tissue xanthine oxidase (EC1.2.3.2) activity in buffaloes (Bubalis bubalis) with special reference to differences between buffaloes and Bos taurus cattle.** British Journal Of Nutrition, v. 75, p. 317-407, 1996.

CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details.** INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Rowett Research Institute. Aberdeen, UK. (occasional publication). 1992. 21p.

CHIZZOTTI, M.L. **Avaliação da casca de algodão para novilhos de origem leiteira e determinação da excreção de creatinina e produção de proteína microbiana em novilhas e vacas leiteiras.** Viçosa, MG: UFV, 2004. 132p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.

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

CONDREN, S. A., KELLY, A. K., LYNCH, M. B., BOLAND, T. M., WHELAN, S. J., GRACE, C., RAJAURIA, G., e PIERCE, K. M. (2019). **The effect of by-product inclusion and concentrate feeding rate on milk production and composition, pasture dry matter intake, and nitrogen excretion of mid-late lactation spring-calving cows grazing a perennial ryegrass-based pasture.** Journal of Dairy Science, 102(2), 1247–1256. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14970>.

COULON, J.B.; RÉMOND, B. **Variations in milk output and milk protein content in response to the level of energy supply to the dairy cow: a review.** Livestock Production Science, v.29, p.31-47, 1991.

DANÉS, M. A. C. **Teor de proteína no concentrado de vacas em lactação mantidas em pastagens de capim elefante.** 117p. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2010.

DANN, H.M., DRACKLEY, J.K., MCCOY, G.C., HUTJENS, M.F. AND GARRETT, J.E. 2000. **Effects of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on prepartum intake and postpartum intake and milk production of Jersey cows.** Journal of Dairy Science, 83, 123–127.

DELAGARDE, R., VALK, H., MAYNE, C. S., ROOK, A. J., GONZÁLEZ e RODRÍGUEZ, A., BARATTE, C., FAVERDIN, P., e PEYRAUD, J. L. (2011). **GrazeIn: A model of herbage intake and milk production for grazing dairy cows. 3. Simulations**

and external validation of the model. Grass and Forage Science, 66(1), 61–77.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2010.00769.x>

DESNOYERS, M., GIGER-REVERDIN, S., BERTIN, G., DUVAUX-PONTER, C., AND SAUVANT, D. 2009. **Meta-analysis of the influence of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants.** Journal of Dairy Science, 92, 1620–1632.

DETMANN, E., M. F. PAULINO, L. S. CABRAL, S. C. VALADARES FILHO, P. R. CECON, J. T. ZERVOUDAKIS, R. P. LANA, M. I. LEÃO, A. J. N. MELO. 2005. **Simulação e Validação de Parâmetros da Cinética Digestiva em Novilhos Mestiços Suplementados a Pasto por Intermédio de Sistema in vitro de Produção de Gases.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.34, n.6, p.2112-2122.
<https://doi.org/10.1590/S1516-3598200500060003>

DETMANN, E.; PAULINO, M.F. E VALADARES FILHO, S.C. 2010. **Otimização do uso de recursos forrageiros basais.** In: **Simpósio de Produção de Gado de Corte.** 7, Anais... SIMCORTE. Viçosa. pp.191-240. 2010.

DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; FRANCO, M.O.; RUFINO, L.M.A.; SAMPAIO, C.B.; BATISTA, E.D. **Princípios de nutrição de bovinos em pastejo nos trópicos.** In: IX Congresso Nordestino De Produção Animal, 2014. Anais... CNPA Ilhéus, 2014, p.22, 2014.

DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. **Aspectos nutricionais aplicados a bovinos em pastejo nos trópicos: uma revisão baseada em resultados obtidos no Brasil.** Semina: Ciências Agrárias, v.35, p. 2829-2854, 2014.

DETMANN, E.; VALENTE, E. E. L.; BATISTA, E. D.; HUHTANEN, P. **An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation.** Livestock Science, New York, v. 162, n. 4, p. 141-153, 2014.

DIAS J, BELOTI V, OLIVEIRA A. **Ordenha e boas práticas de produção.** In: SALMAN, A. K. D.; PFEIFER, L. F. M. **Pecuária leiteira na Amazônia.** Brasília: Embrapa, 2020, p. 105-130.

ENGEL, A., ANTUNES, LUCIANO MEDICI. **Manual de administração rural: custos de produção**. 2.ed. Guaíba: Agropecuária, 1996.

EUCLIDES, V. P.; CARDOSO, E. G.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. **Consumo voluntário de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob pastejo**. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 2200-2208, 2000. Suplemento 2.

EUCLIDES, V.P.B. **Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum***. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. (Eds.) Manejo da pastagem. Piracicaba:ESALQ/FEALQ, 1995. p. 245-273.

FAGAN, E. P. et al. **Avaliação de padrões físico-químicos e microbiológicos do leite em diferentes fases de lactação nas estações do ano em granjas leiteiras no estado do Paraná – Brasil**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 29, n. 3, p. 651-660, 2008.

FIGUEIREDO, C. B., SANTANA JÚNIOR, H. A., BEZERRA, L. R., MENDES, F. B. L., SANTANA, E. O. C., e ABREU FILHO, G. (2018). **Correlations between production and economic variables in dairy cows on a tropical pasture**. Acta Scientiarum. Animal Sciences, 40. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v40i1.39737>. 2018.

FOX, D.G.; TEDESCHI, L.O.; TYLUTKI T.P. **The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion**. Animal Feed Science and Technology, v.112, p. 29–78, 2004.

FUJIHARA, T.; ØRSKOV, E.R.; REEDS, P.J. et al. **The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition**. Journal of Agricultural Science. 109:7-12, 1987.

FUKUMOTO, N. M., DAMASCENO, J. C., DERESZ, F., MARTINS, C. E., CÓSER, A. C., e DOS SANTOS, G. T. (2010). **Milk yield and composition, feed intake and stocking rate of crossbreed cows in tropical grasses managed in a rotational grazing system**. Produção e Composição Do Leite, Consumo de Matéria Seca e Taxa de Lotação Em Pastagens de Gramíneas Tropicais Manejadas Sob Lotação Rotacionada, 39(7), 1548–1557. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000700022>

GERDES, L. ; WERNER, J. C. ; COLOZZA, M. T. ; POSSENTI, R. A. ; SCHAMMASS, E. A. **Evaluation of nutritive characteristics of the grasses *Brachiaria brizantha* cv.**

Marandu, Setaria sphacelata cv. Kazungula and Panicum maximum cv. Tanzânia-1 in the seasons of the year. Rev. Bras. Zootec., 29 (4): 955-963. 2000.

GOMIDE, J. A. (1998). **Fatores da produção de leite a pasto.** Congresso Nacional de Estudantes de Zootecnia, 1–32.

GONZÁLEZ, F. H. D., CAMPOS, R. **Indicadores metabólico-nutricionais do leite.** In: GONZÁLEZ, F. H. D., CAMPOS, R. (eds.): Anais do I Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p.31-47, 2003.

GONZÁLEZ-ROQUILLO, M.; BALCELLS, J.; BELENGUER, A. et al. **A comparison of purine derivatives excretion with conventional methods as indices of microbial yield in dairy cows.** Journal of Dairy Science, v.87, n.7, p.2211-2221, 2004.

GRANT, R. **Feeding to Maximize Milk Protein and Fat Yields.** Published by University of Nebraska- Lincoln Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources, 2007.

HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen.** Florida: University of Florida, 2000. p.A-25 (Bulletin, 339).

HEINRICHS, J.; JONES, C.; BAILEY, K. **Milk components: understanding the causes and importance of milk fat and protein variation in your dairy herd.** 2016.

HILLS, J. L., WALES, W. J., DUNSHEA, F. R., GARCIA, S. C., ROCHE, J. R., 2015. Invited review: **An evaluation of the likely effects of individualized feeding of concentrate supplements to pasture-based dairy cows.** Journal of Dairy Science 98, 1363–1401.

HOFFMAN, K. et al. **Quality evaluation and concentrate supplementation of rotational pasture grazed by lactating cows.** Journal of Dairy Science, v.76, n.9, p.2651-2663, 1993.

IDF – INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. Whole milk. **Determination of milkfat, protein and lactose content Guide for the operation of mid-infra-red instruments.** Bruxelles: 1996. 12p. (IDF Standard 141 B).

JIANG, Y., OGUNADE, I. M., QI, S., HACKMANN, T.J., STAPLES, C.R., AND ADESOGAN, A.T. 2017. **Effects of the dose and viability of Saccharomyces cerevisiae.**

1. Diversity of ruminal microbes as analyzed by Illumina MiSeq sequencing and quantitative PCR. Journal of Dairy Science, 100, 325–342.

JONKER J.S. et al. **Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows.** Journal of Dairy Science, v. 81, p.2681–2692, 1998.

KOBAYASHI, K., SALAM, M.U., 2000. **Comparing simulated and measured values using mean squared deviation and its components.** Agronomy Journal. 92, 345–352.

LANA, R.P.; GOES, R.H.T.B.; MOREIRA, L.M. et al. **Application of Lineweaver-Burk data transformation to explain animal and plant performance as a function of nutrient supply.** Liv. Prod. Sci., v.98, p.219-224, 2005.

LASCANO, C.; RODRÍGUES, J.C.; AVILA, P. **Niveles de urea em leite como um indicativo del consumo de leguminosas tropicales por animales em pastoreo.** Past. Trop., v.12, p.38-40, 1991.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. **Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds.** Animal Feed Science and Technology, v.57, n.4, p.347-358, 1996.

LIMA, H. L., GOES, R. H. D. T., CERILLO, S. L. N., OLIVEIRA, E. R. D., BRABES, K. C. D. S. e TEODORO, A. L. (2012). **Nutritional value of Marandu grass, under grazing by three sampling methods.** Acta Scientiarum. Animal Sciences, 34(4):379-384. <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v34i4.13745>

LIMA, L. O. C. (2017). **Lisina e metionina na dieta de vacas de alta produção mantidas em pastagens de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e suplementadas com concentrado de baixo teor proteico.** Master of Science, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul.

LIMA, M. L. P.; BERCHIELLI, T. T.; NOGUEIRA, J. R. **Estimativa do consumo voluntário do capim-Tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq. cv. Tanzânia) por vacas em lactação sob pastejo rotacionado.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v. 30, n. 6, p. 1919-1924, 2001.

LITHERLAND, N. B., S. THIRE, A. D. BEAULIEU, C. K. REYNOLDS, J. A. BENSON, AND J. K. DRACKLEY. 2005. **Dry matter intake is decreased more by abomasal infusion of unsaturated free fatty acids than by unsaturated triglycerides.** J. Dairy Sci. 88:632–643.

MARÍN, A. L. M., HERNÁNDEZ, M. P., ALBA, L. M. P., PARDO, D. C., SIGLER, A. I.G., CASTRO, G. G. **Fat addition in the diet of dairy ruminants and its effects on productive parameters.** Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, v.26, n.02, pg.69-78, 2013.

MATSUNAGA, M. et al. **Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA.** Agricultura em São Paulo, SP, v.23, t.1, p.123-140, 1976.

MAYER, D.G., M.A. STUART, AND A.J. SWAIN. 1994. **Regression of real-world data on model output: An appropriate overall test of validity.** Agricultural Systems. v. 45, p. 93–104.

MAYILATHAL, K., THIRUMATHAL, K., e THAMIHSELVI, N. **Seasonal variation in the composition of milk in different breeds of cow, at Dindigul District, Tamilnadu, India.** International Journal of Animal Science, 3(1), 1043. 2019.

McCORMICK, M. E. et al. **Supplemental dietary protein for grazing dairy cows: effect on pasture intake and lactation performance.** Journal of Dairy Science, Champaign, v. 84, p. 896-907, 2001.

MERTENS, D. R. **Analysis of fiber in feeds and its uses in feed evaluation and ration formulation.** In: Simpósio Internacional de Ruminante 1992, Lavras. Anais... Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p. 1-32.

MERTENS, D. R. **Factors influencing feed intake in lactating cows: from theory to application using neutral detergent fiber.** In: GA NUTRITION CONFERENCE, 46., 1985, Athens. Proceedings... Athens: University of Georgia, 1985. p. 1-18.

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

MIGUEL MF, DELAGARDE R., RIBEIRO-FILHO HMN. **Corn silage supplementation for dairy cows grazing annual ryegrass at two pasture allowances.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 71, n. 3, p. 1037–1046, 2019. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9795>.

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition.** New York: Academic Press, 1990. 483p.

MOREAU, R. A., JOHNSTON, D. B., HICKS, K. B. **The influence of moisture content and cooking on the screw pressing and prepressing of corn oil from corn germ.** Journal of the American Oil Chemists Society, v. 82, n. 11, p. 851 – 854, 2005.

MORENO, G. M. B.; SILVA SOBRINHO, A. G.; LEÃO, A. G.; LOUREIRO, C. M.B.; PEREZ, H. L.; ROSSI, R. C. **Desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, n. 4, p. 853-860, 2010.

MORENZ, M.; LOPES, F.C. **Consumo Voluntário em Ruminantes.** Semina: Ciências Agrárias, v. 24, n., p. 191-196, 2018.

MOURTHÉ, M. H. F., REIS, R. B., BARROS, P. A. V., ANTONIASSI, R., BIZZO, H. R. e LOPES, F. C. F. (2015). **Perfil de ácidos graxos do leite de vacas Holandês x Gir em pastagem de capim-marandu suplementado com quantidades crescentes de grão de soja tostado.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 67(4):1150-1158. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-7489>

MYERS, W.D.; LUDDEN, P.A.; NAYIGHUGU V. et al. **Technical Note: A procedure for the preparation and quantitative analysis of samples for titanium dioxide.** Journal of Animal Science v.82, p.179-183, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient Requirements of Dairy Cattle.** 7.ed. Washington, D.C.: National Academy of Science. 2001. 363p.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; LIMA, M. L. M. **Metabolismo de carboidratos estruturais.** In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal: FUNEP, 2011, 616p.

OLIVEIRA, A. G., OLIVEIRA, V. S., SANTOS, G. R. A. e SANTOS, A. D. F. (2014). **Desempenho de vacas leiteiras sob pastejo suplementadas com níveis de concentrado**

e proteína bruta. Semina: Ciências Agrárias, 35(6):3287-3304.
<https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n6p3287>.

OLIVEIRA, A.S.; CAMPOS, J.M.S.; LANA, R.P. et al. **Estimate of optimal level of concentrates for dairy cows on tropical pastures by using the concept of marginal analyses.** Rev. Bras. Zootec., v.39, p.2040-2047, 2010.

OLIVEIRA, A.S.; PINA, D.S.; CAMPOS, J.M.S. **Modelo de predição de resposta produtiva e econômica a suplementação concentrada de vacas de leite em pastos tropicais.** REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, João Pessoa. Anais CD..., SBZ. 2006.

OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. **Produção de proteína microbiana e estimativa das excreções de derivados de purina e de ureia em vacas em lactação alimentadas com rações isoproteicas com diferentes níveis de composto nitrogenados não proteicos.** Rev. Bras. Zootec., v.30, p.1621-1629, 2001.

OLIVEIRA, W.A.; IGARASI, M. S.; PERES, M.T.G.; GONÇALVES, J.O.; PEREIRA, A.M.; SILVA, L. V. **Produção de leite de vacas zebuínas manejadas em pastagens tropicais.** Revista Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia - Pubvet, v.15, n. 08, a896, p.1-8, Agosto, 2021.

PAES, M.C.D. **Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho.** Circular Técnica 75. Minas Gerais. 2006.

PAIVA, F, MARTINS W. **Caracterização do sistema de produção leiteira no estado do Acre.** South American Journal of Basic Education, Technical and Technological. 2022;9(1):262-271.

PALMQUIST, D. L. 1984. **Use of fats in diets for lactating dairy cows.** Page 357 in Fats in Animal Nutrition. J. Wiseman, ed. Butterworth, London, UK.

PEREIRA, K. P.; VERAS, A. C. C. V.; FERREIRA, M. A.; BATISTA, A. M. V.; MARQUES, K. A.; FOTIUS, A. C. A.;. **Balanço de nitrogênio e perdas endógenas em bovíos e bubalinos alimentados com níveis crescentes de concentrado.** Acta Scientiarum Animal Sciences. 2007. 29(4): 433-440.

PERES, J. R. **O leite como ferramenta do monitoramento nutricional.** In: **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras.** Porto Alegre: UFRGS, p. 30-45, 2001.

PEYRAUD, J. L., e DELABY, L. (2001). **Ideal concentrate feeds for grazing dairy cows. Responses to supplementation in interaction with grazing management and grass quality.** In P. Garnsworthy, e J. Wiseman (Eds.), *Recent advances in animal nutrition* (pp. 203–220). University Press.

PIMENTEL, J.J. de O.; LANA, R. de P.; TEIXEIRA, R.M.A.; ABREU, D.C. de; GHEDINI, C.P. **Produção de leite em função de níveis de suplementação com concentrados para vacas leiteiras pastejando capim-elefante.** Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal, v.7, p.61-78, 2013.

PIMENTEL, J.J. **Teor de Proteína Bruta no Concentrado e Níveis de Suplementação para Vacas em Lactação.** Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, 2008.

PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; TEDESCHI, L.O.; BARBOSA, A.M.; AZEVÊDO, J.A.G.; VALADARES, R.F.D.; SOUZA, N.K.P.; FONSECA, M. A. **Níveis de inclusão e tempo de exposição da cana-de-açúcar ao óxido de cálcio sobre parâmetros digestivos e o desempenho de novilhas Nelore.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 40, n. 3, p. 648-656, 2011.

PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. **Efeitos de indicadores e dias de coleta na digestibilidade dos nutrientes e nas estimativas do valor energético de alimentos para vacas alimentadas com diferentes fontes de proteína.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, p.2461-2468, 2006.

RAMÍREZ-RIVERA, E. J., RODRÍGUEZ-MIRANDA, J., HUERTA-MORA, I. R., CÁRDENAS-CÁGAL, A., e JUÁREZ BARRIENTOS, J. M. (2019). **Tropical milk production systems and milk quality: a review.** Tropical Animal Health and Production, 51(6), 1295–1305. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01922-1>.

RAMSING, E. M., DAVIDSON, J. A., FRENCH, P. D., YOON, I., KELLER, M. AND PETERS-FLECKENSTEIN, H. 2009. **Effects of yeast culture on peripartum intake and**

milk production of primiparous and multiparous Holstein cows. The Professional Animal Scientist, 25:487–495.

RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; LEÃO, M.I. et al. **Estimativa da produção de proteína microbiana pelos derivados de purinas na urina em novilhos.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.29, n.4 p. 1223-1234, 2000.

RIBEIRO FILHO, H.M.M.; SEMMELMANN, C.E.N.; THALER NETO, A. **Suplementação energética para vacas leiteiras pastejando Azevém com alta oferta de forragem.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, n.6, p.2152-2158, 2007.

ROCHE, J. R.; SHEAHAN, L.M. CHAGAS, D.P. **Concentrate supplementation reduces postprandial plasma ghrelin in grazing dairy cows. A possible neuroendocrine basis for reduced pasture intake in supplemented cows.** Journal of Dairy Science, v.90, p.1354- 1363, 2007.

ROCHE, J.R., BELL, A.W., OVERTON, T.R. AND LOOR, J.J. 2013. **Nutritional management of the transition cow in the 21st century – a paradigm shift in thinking.** Animal Production Science, 53, 1000–1023.

SALES, M. F. L., PAULINO, M. F., VALADARES FILHO, S. C., PORTO, M. O., MORAES, E. H. B. K. e BARROS, L. V. (2008). **Níveis de uréia em suplementos múltiplos para terminação de novilhos em pastagem de capim-braquiária durante o período de transição águas-seca.** Revista Brasileira de Zootecnia, 37(9):1704-1712. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008000900025>

SANTOS, F. A. P. et al. **Utilização da suplementação com concentrado para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais.** In: V Simpósio Goiano sobre Manejo e Nutrição de Bovinos de Corte e Leite, 2003, Goiânia. Anais... Goiânia: CBNA, 2003. p. 289-346.

SANTOS, F. A. P., MARTINEZ, J. C., GRECO, L. F., CARARETO, R., e PENATI, M. A. (2008). **Nutrição de vacas em lactação, no período chuvoso, para a produção intensiva de leite em pasto.** Cadernos Técnicas Veterinária e Zootecnia, 57, 1–39.

SANTOS, J.E. P. **Effect of degree of fatness prepartum on lactation performance and ovarian activity of early postpartum dairy cows.** Department Animal Sciences, 2021.

SAS INSTITUTE. **SAS system for windows: versão 9.0**. Cary: SAS Institute, 2005.

SATO, H.; NISHIGUCHI, Y.; KATO, T. **Relations between milk urea levels and conception in lactating dairy cows**. Anim. Sci. Technol. (Jpn), v.67, p.58-63, 1996.

SCHINGOETHE, D.J., LINKE, K.N., KALSCHEUR, K.F., HIPPEN, A.R., RENNICH, D.R. AND YOON, I. 2004. **Feed Efficiency of Mid-Lactation Dairy Cows Fed Yeast Culture During Summer**. Journal of Dairy Science, 87, 4178–4181

SEI-BA. **Informações geoambientais**. 2011. Disponível em: <http://www.sei.ba.gov.br>. Acesso em: 28 abr. 2011.

SILVA, C. V.; LANA, R. de P.; CAMPOS, J. M. de S.; QUEIROZ, A. C. de; LEO, M. I.; ABREU, D. C. de. **Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e desempenho de vacas leiteiras em pastejo com dietas com diversos níveis de concentrado e proteína bruta**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, p.1372 - 1380, 2009.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235p.

SILVA, D.S.; GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, A.C. **Pressão de pastejo em pastagem de capim elefante anão (*P. purpureum*, Schum cv.Mott): efeito sobre o valor nutritivo, consumo a pasto e produção de leite**. Rev. Bras. Zootec., v.23, p.453-464, 1994.

SILVA, F. F. et al. **Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho**. Revista Brasileira de Zootecnia, (supl. especial) v.38, p.371-389, 2009.

SILVA, J. A. CABRAL, L. S., COSTA, R. V., MACEDO, B. G., BIANCHI, I. E., TEOBALDO, R. W., NEVES, C. G., CARVALHO, A. P. S., PLOTHOW, A. F., JÚNIOR, W. S. C., SILVA, C. G. M. **Estratégias de suplementação de vacas de leite mantidas em pastagem de gramínea tropical durante o período das águas**. PubVet, Maringá, v. 9, n. 3, p. 150-157, 2015.

SILVA, J. A., SILVA, C. G. M., PAULA SOUSA, D., PAULA, N. F., SILVA CARVALHO, A. P., MACEDO, B. G., COSTA JÚNIOR, W. S., BIANCHI-ZANETTE, I. E., COSTA, R. V., e TEOBALDO, R. W. (2017). **Supplementation strategies for dairy**

cows kept in tropical grass pastures. Semina: Ciências Agrárias, 38(1), 401–416.
<https://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n1p401>.

SILVA, J. F. C. **Mecanismos reguladores de consumo.** In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal: FUNEP, 2011, 616p.

SILVA, R. R. et al. **Comportamento ingestivo diurno de novilhos Nelore recebendo níveis crescentes de suplementação em pastejo de capim-braquiária.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v. 39, n. 9, p. 2073-2080, 2010.

SILVA, T., MACÊDO, A., JOELSON NETTO, A., e GONZAGA NETO, S. (2019). **Nitrogênio ureico no leite (NUL) e nitrogênio ureico no plasma (NUP) de vacas leiteiras em pastejo: Revisão.** Pubvet, 13(04).
<https://doi.org/10.31533/pubvet.v13n4a314.1-10>.

SKLAN, D.; ASHKENAZI, R.; BRAUN, A. et al. **Fatty acids, calcium soaps of fatty acids and cottonseeds fed to high yielding cows.** Journal of Dairy Science, v.75, p.2463-2472, 1992.

SOUSA, B. M.; SATURNINO, H. M.; BORGES, A. L. C. C.; LOPES, F. C. F.; SILVA, R. R.; CAMPOS, M. M.; PIMENTA, M.; CAMPOS, W. E. **Estimativa de consumo de matéria seca e de fibra em detergente neutro por vacas leiteiras sob pastejo, suplementadas com diferentes quantidades de alimento concentrado.** Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, v. 60, n. 4, p. 890-895, 2008.

SOUSA, R. S. I., PIRES, A. J. V. U., CARVALHO, G. G. P. D. U., SILVA, F. F. D. U., MAGALHÃES, A. F. I., VELOSO, C. M. U. **Composição química de capim Tanzânia adubado com nitrogênio e fósforo.** Revista Brasileira de Zootecnia. v. 39, n. 6, p. 1200-1205, 2010.

TEIXEIRA, R. M. A., LANA, R. P., FERNANDES, L. O., OLIVEIRA, A. S., QUEIROZ, A. C. e PIMENTEL, J. J. O. (2010). **Desempenho produtivo de vacas da raça Gir leiteira em confinamento alimentadas com níveis de concentrado e proteína bruta nas dietas.** Revista Brasileira de Zootecnia, 39(11):2527-2534. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982010001100028>.

TEIXEIRA, R. M. A.; et al. **Eficiência de utilização de concentrado na produção de leite em vacas da raça gir linhagem leiteira sob confinamento ou pastejo.** Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, 1 jul. 2013.

TEIXEIRA, R. M. A.; MARTINS, J. M.; SILVA, N. G.; SILVA, E. A.; FERNANDES, L. O.; OLIVEIRA, A. S.; SALVADOR, F. M.; FARIA, D. J. G. **Suplementação proteica de vacas leiteiras mantidas em pastagem de Tifton 85 durante o período de seca.** Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.71, n.3, p.1027-1036, 2019.

TITGEMEYER, E.C.; ARMENDARIZ, C.K.; BINDEL, D.L. et al. **Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle.** Journal of Animal Science, v.79, p.1059-1063, 2001.

TOIGO, C. **Custos com Suplementação Alimentar na Bovinocultura de Leite.** 2014. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2014.

VALADARES FILHO, S. C. (2006). **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos** (Vol. 1). Viçosa: UFV.

VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. **Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives.** Journal of Dairy Science, v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.

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

VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A. et al. **Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers.** Journal Agriculture Science, v.114, n.3, p.243-248, 1990.

VILELA, D. et al. **Efeito do concentrado no desempenho produtivo, reprodutivo e econômico de vacas da raça Ho landesa em pastagem de coast-cross.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.59, p.443-450, 2007.

VOLTOLINI, T. V., SANTOS, F. A. P., MARTINEZ, J. C., IMAIZUMI, H., CLARINDO, R. L. e PENATI, M. A. (2010). **Milk production and composition of dairy cows grazing**

elephant grass under two grazing intervals. Revista Brasileira de Zootecnia, 39(1):121-127. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000100016>

VOLTOLINI, T.V. **Adequação proteica em rações com pastagens ou com cana-de-açúcar e efeito de diferentes intervalos entre desfolhas da pastagem de capim Elefante sobre o desempenho lactacional de vacas leiteiras.** Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006. 167 p.

WALES, W. J.; KOLVER, E. S.; EGAN, A. R.; ROCHE, R. **Effects of strain of Holstein-Friesian and concentrate supplementation on the fatty acid composition of milk fat of dairy cows grazing pasture in early lactation.** Journal of Dairy Science, v.92, p.247 - 255, 2009.

WEISS, W.P. **Energy prediction equations for ruminant feeds.** In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61, 1999, Proceeding, Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

WITTWER, F. **Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia.** In: GONZALEZ, F. H. D.; BARCELLOS, J. O.; OSPINA, H. et al. (Eds.) Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. p.9-22.

YUAN, K., LIANG, T., MUCKEY, M.B., MENDONÇA, L.G.B., HULBERT, L.E., ELROD, C.C. and BRADFORD, B.J. 2015. **Yeast product supplementation modulated feeding behavior and metabolism in transition dairy cows.** Journal of Dairy Science, 98, 532–540.

ZHU, W., WEI, Z., XU, N., YANG, F., YOON, I., CHUNG, Y., LIU J., AND WANG, J. 2017. **Effects of Saccharomyces cerevisiae fermentation products on performance and rumen fermentation and microbiota in dairy cows fed a diet containing low quality forage.** Journal of Animal Science and Biotechnology, 8, 36.