



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**

***CAMPUS “PROF.<sup>a</sup> CINOBELINA ELVAS”***

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**BALANÇO CÁTION-ANIÔNICO NA DIETA DE VACAS  
LACTANTES EM PASTAGEM TROPICAL**

**CIBELLE BORGES FIGUEIREDO**

**Bom Jesus – PI**

**2017**

**CIBELLE BORGES FIGUEIREDO**

**BALANÇO CÁTION-ANIÔNICO NA DIETA DE VACAS  
LACTANTES EM PASTAGEM TROPICAL**

**Orientador:** Prof. Dr. Hermógenes Almeida de Santana Júnior

**Coorientador:** Prof. Dr. Leilson Rocha Bezerra

Defesa de dissertação apresentada ao *Campus* Prof.<sup>a</sup> Cinobelina Elvas da Universidade Federal do Piauí, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação de Zootecnia, na área de Produção Animal (linha de pesquisa Nutrição e Produção de Alimentos), para a obtenção do título de Mestre.

Bom Jesus – PI

2017

**FICHA CATOGRÁFICA**  
Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Setorial de Bom Jesus  
Serviço de Processamento Técnico

F475b      Figueiredo, Cibelle Borges.  
              Balanço cátion-aniônico na dieta de vacas lactantes em  
              pastagem tropical. / Cibelle Borges Figueiredo. – 2017.  
              92 f.  
              Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí,  
              Campus Prof.<sup>a</sup> Cinobelina Elvas, Programa de Pós-Graduação  
              em Zootecnia, área de Produção Animal (Nutrição e produção  
              de alimentos), Bom Jesus-Pi, 2017.  
              Orientação: “Prof. Dr. Hermógenes Almeida de Santana  
              Júnior”.

              1. Balanço eletrolítico. 2. Leite. 3. Nitrogênio.  
              4. Ruminante. Título I.

CDD 636.085

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**  
**CAMPUS PROF<sup>a</sup>. CINOBELINA ELVAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

Título: Balanço cátion-aniônico na dieta de vacas lactantes em pastagem  
tropical

Autor (a): Cibelle Borges Figueiredo

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Hermógenes Almeida de Santana Júnior

Co-orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Leilson Rocha Bezerra

Aprovada dia 15 de Fevereiro de 2017

Banca Examinadora:

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Hermógenes Almeida de Santana Júnior  
UESPI-CORRENTE-PI/PPGZOO

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Fabrício Bacelar Lima Mendes  
UESPI-CORRENTE-PI

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Maurílio Sousa dos Santos  
UESPI-CORRENTE-PI

Bom Jesus – PI  
2017

## DEDICATÓRIA

Á Deus, meus pais, José Carlos e Maria do Socorro, meus irmãos, Vinícius e José Carlos Júnior, pelas orações, incentivo e apoio em todos os momentos.

Aos meus avós, tios, primos, padrinhos e amigos, que sempre estiveram próximos de mim me dando força e coragem para prosseguir nessa caminhada.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela sua graça e misericórdia, me dando forças e sabedoria para que eu pudesse chegar até aqui crendo que as suas promessas estão sendo cumpridas em minha vida;

À Universidade Federal do Piauí e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade de realização do Mestrado em Zootecnia;

Ao Professor Dr. Hermógenes Almeida de Santana Júnior pela orientação e amizade, e a todos os professores do PPGZ pelo conhecimento;

Ao Professor Dr. Leilson Rocha pela coorientação e colaboração para a execução do projeto;

À Universidade Estadual do Piauí, *Campus* Corrente/PI e todos os professores, pelo acolhimento, conhecimento e por ceder espaço para as pesquisas;

Ao Rancho Santana, na pessoa do Hermógenes Almeida de Santana, por ceder os animais, as instalações e todos os funcionários, Wagner, Uca, Peu e Nelton, e por permitir todas as condições para a realização desse experimento;

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* Itapetinga/BA, por ceder o laboratório para as análises, e aos professores e aos alunos do PPGZ pelo acolhimento e oportunidades de aprendizado.

À professora Dra. Mara Lúcia por ceder o Laboratório de Fisiologia Animal – LAFA para as análises e colaboração no projeto;

Ao grupo de estudo PRORÚMEN pela ajuda, conhecimento e incentivo;

Aos professores, Dra. Aracele Prates de Oliveira, Dr. Fabrício Bacelar Lima Mendes, Dr. Maurílio Souza dos Santos, Dra. Elizângela Oliveira Cardoso Santana e Dr. Sammy Rocha Matias pelos conselhos, amizade e colaboração nesse trabalho;

Aos amigos, Alex, Bia, Jéssika e Marcos Davi por me acolherem em suas residências em Bom Jesus/PI.

A todos os amigos e irmãos em Cristo, que sempre foram muito presentes durante essa jornada, meu muito obrigada!

## **BIOGRAFIA DA AUTORA**

Cibelle Borges Figueiredo, filha de José Carlos Guerra Figueiredo e Maria do Socorro Borges Freitas Figueiredo, nascida na cidade de Corrente, estado do Piauí, em 24 de agosto de 1992.

Em agosto de 2010, ingressou no curso de Bacharelado em Zootecnia na Universidade Estadual do Piauí – UESPI, onde obteve o título de Zootecnista, colando grau em 23 de agosto de 2014.

Em março de 2015, ingressou no Mestrado em Zootecnia na área de Nutrição e Produção de Alimentos, pela Universidade Federal do Piauí – UFPI.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	8
RESUMO GERAL .....	10
GENERAL ABSTRACT.....	11
INTRODUÇÃO GERAL .....	12
Capítulo 1 – Revisão de literatura .....	14
1. Balanço cátion aniônico em dietas para vacas leiteiras.....	14
1.2 Utilização de bicarbonato em dietas cátion aniônicas.....	15
1.3 Consumo de matéria seca .....	16
1.4 Metabolismo de nitrogênio.....	17
1.5 Produção e composição do leite .....	18
2. Referências bibliográficas .....	20
Capítulo 2 - Produção e análise marginal em vacas lactantes submetidas a níveis de balanço cátion aniônico da dieta .....	24
RESUMO .....	24
ABSTRACT .....	25
1. Introdução.....	26
2. Material e métodos .....	27
2.1 Local de estudo e considerações éticas .....	27
2.2 Pastagem: manejo e disponibilidade .....	27
2.3 Animais, tratamentos, dietas e manejo .....	29
2.4 Consumo e digestibilidade .....	30
2.5 Análise química das dietas .....	31
2.6 Produção, composição de leite e escore de condição corporal.....	31
2.7 Análise de custo marginal .....	32
2.8 Análise estatística .....	32
3. Resultados e discussão .....	33
4. Conclusão .....	40
5. Referências bibliográficas .....	41
Capítulo 3 - Metabolismo de nitrogênio em vacas lactantes alimentadas com níveis de balanços cátion aniônicos da dieta em pastagem tropical .....	45



RESUMO .....	45
ABSTRACT .....	46
1. Introdução.....	47
2. Material e métodos .....	48
2.1 Local de estudo e considerações éticas .....	48
2.2 Pastagem: manejo e disponibilidade .....	48
2.3 Animais, tratamento, dietas e manejo.....	50
2.4 Metabolismo de nitrogênio.....	51
2.5 Análise estatística .....	52
3. Resultados e discussão .....	53
4. Conclusão .....	58
5. Referências bibliográficas .....	59
Capítulo 4 - Correlações entre variáveis produtivas, nutricionais e metabólicas de vacas lactantes em pastagem tropical.....	62
RESUMO .....	62
ABSTRACT .....	63
1. Introdução.....	64
2. Material e métodos .....	65
2.1 Local de estudo e considerações éticas .....	65
2.2 Pastagem: área e manejo .....	65
2.3 Animais e manejo .....	65
2.4 Digestibilidade e consumo de matéria seca.....	66
2.5 Produção, composição de leite e escore de condição corporal.....	67
2.6 Análise estatística .....	68
3. Resultados e discussão .....	69
4. Conclusão .....	75
5. Referências bibliográficas .....	76
Capítulo 5 - Correlações entre variáveis produtivas e econômicas em vacas lactantes em pastagem tropical.....	79
RESUMO .....	79
ABSTRACT .....	80

1. Introdução.....	81
2. Material e métodos .....	82
2.1 Local de estudo e considerações éticas .....	82
2.2 Pastagem: área e manejo .....	82
2.3 Animais e manejo .....	82
2.4 Produção, composição de leite e escore de condição corporal.....	83
2.5 Análise de custo marginal .....	84
2.6 Análise estatística .....	84
3. Resultados e discussão .....	85
4. Conclusão .....	89
5. Referências bibliográficas .....	90
Considerações finais .....	92

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 2

Tabela 1. Características climáticas, composição química da pastagem e suplemento no período experimental .....	28
Tabela 2. Produção e consumo alimentar diário por vacas lactantes em pastagem tropical submetidas a níveis de balanço cátion-aniônico da dieta .....	33
Tabela 3. Digestibilidade aparente e análise marginal da produção de vacas lactantes em pastagem tropical submetidas a níveis de balanço cátion-aniônico da dieta .....	37

### Capítulo 3

Tabela 1. Características climáticas, composição química da pastagem e suplemento no período experimental .....	49
Tabela 2. Ureia (mg/dL), nitrogênio ureico na urina e leite (mg/dL), balanço de nitrogênio em gramas por dia (g/dia) e em percentagem do nitrogênio ingerido (%) de vacas lactantes em pastagem tropical submetidas a níveis de balanço cátion-aniônico da dieta .....	53
Tabela 3. Excreção diária de derivados de purinas em mmol de vacas lactantes em pastagem tropical submetidas a níveis de balanço cátion-aniônico da dieta .....	55
Tabela 4. Síntese diária de proteína microbiana em vacas lactantes em pastagem tropical submetidas a níveis de balanço cátion-aniônico da dieta .....	56

### Capítulo 4

Tabela 1. Valores médios das variáveis produtivas, nutricionais e metabólicas de vacas lactantes em pastagem tropical .....	66
Tabela 2. Correlações entre consumo e digestibilidade aparente por vacas lactantes em pastagem tropical .....	69
Tabela 3. Correlações entre produção e composição do leite com consumo por vacas lactantes em pastagem tropical .....	72
Tabela 4. Correlações entre produção e composição de leite e digestibilidade aparente por vacas lactantes em pastagem tropical .....	73

## Capítulo 5

Tabela 1. Valores médios de produção e economia por vacas lactantes em pastagem tropical ..... 83

Tabela 2. Correlações lineares entre variáveis produtivas e econômicas em vacas em pastagem tropical ..... 85

## RESUMO GERAL

FIGUEIREDO, C.B. Balanço cátion-aniônico na dieta de vacas lactantes em pastagem tropical. 2017. 92f. Dissertação – Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, 2017.

Objetivou-se avaliar o efeito do balanço catiônico na dieta por meio da inclusão do bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) na dieta de vacas lactantes em pastagem tropical, verificando parâmetros nutricionais e metabólicos, bem como sua adequação bioeconômica. Utilizaram-se 10 vacas lactantes  $\frac{3}{4}$  Holandês x  $\frac{1}{4}$  Gir Leiteiro, no terço médio de lactação, com idade média de  $70 \pm 4,6$  meses e peso corporal médio de  $400 \pm 55,2$  kg. O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino  $5 \times 5$ , com dois quadrados simultâneos. Os tratamentos constituíram-se de níveis de balanço catiônico na dieta: +237 – Dieta com BCAD de +237 mEq na MS; +258 – Dieta com BCAD de +258 mEq na MS; +294 – Dieta com BCAD de +294 mEq na MS; +347 – Dieta com BCAD de +347 mEq na MS; +419 – Dieta com BCAD de +419 mEq na MS. Não houve efeito significativo do BCAD sobre a produção de leite ( $P > 0,05$ ). As digestibilidades aparentes da matéria seca e dos nutrientes (PB, FDN, EE, CNF e NDT) não foram afetadas pelos níveis de BCAD ( $P > 0,05$ ). Os custos totais com volumoso, concentrado e alimentação apresentaram médias de R\$ 3,24; 5,01 e 8,45, respectivamente, que não sofreram efeitos significativos ( $P > 0,05$ ). Não foram observados efeitos significativos dos níveis de ureia, nitrogênio e balanço de nitrogênio em vacas alimentadas com níveis de BCAD ( $P > 0,05$ ). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) correlacionaram-se positivamente com CMSF, CMS, CPB, CFDN, CEE e CNDT ( $P < 0,05$ ). Foram observadas correlações negativas entre PL e digestibilidades aparentes da MS, PB, FDN e NDT ( $P < 0,05$ ). Os resultados desse estudo servem para embasar discussões acerca dos efeitos do BCAD sobre a produção de vacas leiteiras em pastagens tropicais. O nível de BCAD de  $+237 \text{ mEq.kg}^{-1}$  apresentou atratividade metabólica e econômica por não ser necessária a inclusão de bicarbonato de sódio e não afetar negativamente a produção das vacas lactantes.

**Palavras-chave:** balanço eletrolítico, correlação, economia, leite, nitrogênio, ruminante

## GENERAL ABSTRACT

FIGUEIREDO, C.B. Production and nutrition in lactating dairy cows with levels of anionic balance in the diet. 2017. 92f. Dissertation – Federal University of Piauí, Bom Jesus, 2017.

The objective of this study was to evaluate the effect of cationic equilibrium in the diet through the inclusion of sodium bicarbonate ( $\text{NaHCO}_3$ ) in the diet of suckling cows in tropical pasture, verifying metabolic nutrients as well as its bioeconomic suitability. Were used ten lactating cows  $\frac{3}{4}$  Holstein  $\pm$   $\frac{1}{4}$  Gyr in the middle third of lactation, with mean age of  $70 \pm 4.6$  months and average body weight of  $400 \pm 55.2$  kg, which will be distributed in five treatments, in an experimental design Square Latin  $5 \times 5$ , with two simultaneous squares. The treatments consisted of cationic balance levels of the diet: +237 - Diet with DCAD of + 237 mEq in DM; +258 - Diet with DCAD of +258 mEq in MS; +294 - Diet with DCAD of +294 mEq in MS; +347 - Diet with DCAD of +347 mEq in MS; +419 - Diet with DCAD of +419 mEq in MS. The results were analyzed statistically by analysis of variance and regression to 0.95 of probability with the aid of the program SAEG - System of Statistical and Genetic Analysis (version 9.0). There was no significant effect of BCAD on milk production ( $P > 0.05$ ). As apparent digestibilities of dry matter and nutrients (CP, NDF, EE, FNC and TDN) were not affected by the levels of DCAD ( $P > 0.05$ ). The total cost with voluminous, concentrated and fed averages of R\$ 3.24; 5.01 and 8.45, respectively, and did not suffer significant effects ( $P > 0.05$ ). No significant effects of nitrogen and nitrogen levels on nitrogen were observed in cows fed levels of BCAD ( $P > 0.05$ ). Total digestible nutrients (TDN) correlated positively with FDMI, DMI, CPI, NDFI, EEI and TDNI ( $P < 0.05$ ). Negative correlations were observed between MP and apparent digestibilities of DM, CP, NDF and TDN ( $P < 0.05$ ). The results of the study serve to support discussions about the effects of DCAD on dairy cow production on tropical pastures. The DCAD level of  $+237 \text{ mEq.kg}^{-1}$  presented metabolic and economical attractiveness due to the fact that sodium bicarbonate was not treated and did not negatively affect the lactating cows production.

**Key words:** balance electrolytic, correlation, economy, milk, nitrogen, ruminant

## INTRODUÇÃO GERAL

Para atender à demanda por leite no Brasil, é necessário maximizar a produtividade das fazendas leiteiras. E, para alcançar tal objetivo, normalmente é inevitável o aumento da taxa de lotação da pastagem e maximização da ingestão de nutrientes na forma de ingredientes concentrados.

A principal forma de utilização do balanço-catiônico aniônico em dietas na bovinocultura leiteira inicialmente era com a finalidade de prevenir a incidência de distúrbios metabólicos, principalmente acidose ruminal e febre do leite. Porém, Khelil-Arfa et al. (2014) observaram que o BCAD, além de beneficiar a saúde das vacas, pode agir diretamente no equilíbrio ácido-base, influenciar o desempenho da lactação, o metabolismo do cálcio, a utilização do fósforo e manipular outras funções fisiológicas, aumentando a produtividade.

Vários estudos (APPER-BOSSARD et al., 2010; MARTINS et al., 2015; IWANIUK e ERDMAN, 2015) têm consolidado ainda mais a importância do BCAD como um otimizador do consumo de matéria seca, produção e composição do leite de vacas submetidas a esse tipo de dieta.

Com isso, o uso de sais aniônicos e tamponantes para as vacas leiteiras tem merecido atenção especial à medida que o BCAD vem tomando espaço na nutrição de rebanhos leiteiros, uma vez que este é usado para a manipulação do balanço eletrolítico da dieta. O bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) tem se tornado o principal tamponante utilizado nas dietas de bovinos devido a sua ação eficaz no organismo do animal (OLIVEIRA et al., 2013). Então, a adição de  $\text{NaHCO}_3$  na ração de vacas leiteiras em lactação, sem dúvida, altera a concentração de BCAD.

Tendo em vista a possível alteração que o BCAD causa na digestibilidade dos alimentos, é esperado um efeito de redução na excreção de N pelos animais em decorrência da maior utilização de nutrientes. A redução nas perdas de N poderia ocorrer com a diminuição do teor de PB na dieta ou a elevação do BCAD para altamente positivo, assim, podem-se favorecer as bactérias celulolíticas, que irão aumentar a eficiência de degradação da fibra proveniente do pasto, elevando a concentração de energia metabolizável (EM) para ser utilizada pelas células.

Uma vez que o BCAD positivo afeta a digestibilidade dos nutrientes e consequentemente a sua disponibilidade, dentre eles a proteína bruta, há evidências, porém não totalmente elucidadas (ZOU et al., 2016) que apontam um efeito genético sobre o metabolismo de N (BEECHER et al., 2014), mas em menor grau do que o teor de PB da dieta (HUHTANEN et al., 2015) bem como de sua disponibilidade. Porém, parte dessa variação pode ser explicada pela variação na produção de leite e peso corporal entre raças (HUHTANEN et al., 2015). É comprovado que a excreção de ureia no leite é usada para monitorar a prática de manejo de alimentos, especificamente o excesso de PB dietética, e tem sido sugerida como um indicador para a excreção de N na urina (KAUFFMAN e ST-PIERRE, 2001).

Dado o exposto, a utilização de balanço cátion-aniônico nas dietas de vacas leiteiras representa grande importância, tanto produtivamente, quanto economicamente, pois há indícios de melhoria na eficiência nutricional e produtiva em sistemas de produção leiteira.



## CAPÍTULO 1 - REVISÃO DE LITERATURA

### 1. Balanço cátion-aniônico em dietas para vacas mestiças em lactação

O balanço cátion-aniônico dietético (BCAD), também conhecido por diferença cátion-aniônica da dieta (DCAD), balanço eletrolítico (BE) ou balanço iônico da dieta (BID), representa a diferença entre os cátions e os ânions presentes na dieta, podendo ser calculado em mEq de  $(Na + K) - (Cl + SO_4)$  por quilograma de matéria seca (MS). Sua principal ação é agir na regulação do equilíbrio ácido-base, atuando na concentração do íon hidrogênio nos líquidos corporais (WHEELER, 1980).

O equilíbrio ácido-base de vacas pode ser modificado por mudanças no balanço cátion-aniônico da dieta, mesmo dentro de uma variação positiva. Isso pode levar a diferenças significativas no desempenho animal (CORREA et al., 2009).

O BCAD tem tido maior atenção em vacas leiteiras, com isso vem sendo proposto o fornecimento de sal ou suplemento mineral aniônico nas últimas semanas que antecedem o parto (WILKENS et al. 2012) para combater a febre do leite. E para isso eram utilizadas variações de BCAD dentro das faixas negativas para induzir o animal a secretar cálcio gradativamente, evitando uma alta deficiência desse mineral no momento do parto, uma vez que há uma elevação drástica na exigência.

Tendo isso em vista, o uso de dietas catiônicas ou aniônicas dependerá principalmente de em qual estágio fisiológico o animal se encontra e qual o tipo de alimentação disponível, uma vez que o fator crucial para uma nutrição adequada em ruminantes é a saúde ruminal atrelada a taxas de fermentação e digestibilidade dos alimentos ingeridos.

BLOCK (1994) afirma que um mecanismo que poderia explicar a relação entre o BCAD e o desempenho animal é a bomba de  $Na^+$  e  $K^+$ . Esta é responsável pela manutenção de altos níveis de  $K^+$  e baixos níveis de  $Na^+$  dentro da célula. Por ser um mecanismo ativo, envolve energia na forma de ATP. Esse processo é responsável pelo consumo de aproximadamente 40% da energia de manutenção. A bomba de  $Na^+$  -  $K^+$  opera constantemente e independe de outros processos metabólicos, entretanto, promove a entrada de glicose para a célula. Como a glicose é uma fonte de energia celular, a redução no funcionamento da bomba  $Na^+$  -  $K^+$  pode prejudicar as células, especialmente as da glândula mamária, que necessitam de grandes quantidades de glicose para a síntese de

lactose. O excesso de um cátion em relação ao outro pode causar aumento da velocidade da bomba, com conseqüente demanda adicional de energia para a manutenção celular, ou uma redução na velocidade, levando a célula a utilizar menor quantidade de energia.

Iwaniuk e Erdman (2015) relatam que o BCAD tem um efeito significativo sobre uma variedade de indicadores de desempenho, incluindo CMS, produção de leite corrigido para 3,5% de gordura, composição do leite, os parâmetros ruminais, digestibilidade do alimento e eficiência alimentar. As mudanças no pH ruminal e as concentrações de AGV são respostas do BCAD em função da melhoria da fermentação ruminal. E a digestibilidade da fibra é marcadamente aumentada com a elevação da concentração do BCAD, resultando em um aumento da digestibilidade da MS e o provável fornecimento de energia a mais. Embora o(s) mecanismo(s) permaneça(m) incerto(s), o BCAD provavelmente altera a produção de leite e a digestibilidade dos alimentos, mudando o ambiente ruminal e melhorando a homeostase ácido-base das vacas em lactação.

## **1.2 Utilização de bicarbonato em dietas cátion-aniônicas**

O bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) é o alcalinizante mais importante do equilíbrio ácido-base e está diretamente relacionado à capacidade de tamponamento do sangue (FREITAS et al., 2010). O  $\text{NaHCO}_3$  é amplamente utilizado em rações para ruminantes, principalmente em situações que recebem quantidade elevada de alimentos concentrados na dieta. Sua utilização ocorre em uma faixa de recomendação entre 100 a 300g por animal/dia.

Em ruminantes a secreção de tamponantes fosfato e, principalmente, bicarbonato pela saliva é um processo importante para a manutenção do pH do fluido ruminal. O bicarbonato de sódio possui um pKa de 6,25, que é bem próximo do pH fisiológico do rúmen, e possui uma alta solubilidade em água (VALADARES FILHO e PINA, 2011). Baseado nisso, é bastante relevante a sua utilização na regulação do BCAD devido ao íon Na.

Pesquisas recentes apontam para efeitos substanciais do valor BCAD, definido como miliequivalente (mEq) de Na + K - Cl por unidade de MS, sobre o desempenho de vacas leiteiras em lactação (RAUCH et al., 2012). Os mesmos autores citam que a suplementação com carbonato de cálcio e magnésio não afeta o BCAD, isso porque o Ca e

o Mg não provocam efeitos biológicos importantes sobre o equilíbrio do ânion/cátion, o que discorda dos resultados obtidos por Kalscheur et al. (1997) em relação ao Mg.

Oliveira et al. (2013) relataram que a utilização de bicarbonato de sódio em dietas com 50% de concentrado promove valores de pH superiores se comparados com a utilização da monensina sódica antes das 24h após o fornecimento. West et al. (1987) avaliaram a adição de  $\text{NaHCO}_3$  e carbonato de potássio ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) a uma dieta contendo 40% de silagem de milho e 60% de concentrados (base na MS), observando que o pH ruminal pós-prandial de todos os tratamentos atingiu o menor valor quatro horas após a alimentação, sendo 5,65 na dieta-controle e 6,0 na dieta com  $\text{NaHCO}_3$ , comprovando, dessa forma, a eficácia desse aditivo como tamponante, assim como diversos outros estudos que têm sido realizados utilizando o bicarbonato de sódio na nutrição de animais (RAUCH et al., 2012; CORREA et al., 2014; QIAO et al., 2015).

### **1.3 Consumo de matéria seca**

Vacas leiteiras de média e alta produção mantidas em pastagens tropicais necessitam de suplementação concentrada para atingir o máximo de desempenho, uma vez que a alimentação proveniente apenas do capim não é capaz de atender às exigências nutricionais. Contudo, depressão de consumo, diminuição da produção de leite, problemas metabólicos têm sido provocados em vacas leiteiras que consomem altas quantidades de concentrados por dia sem o uso de tamponantes, ou ajuste no BCAD, ou até mesmo ajuste do manejo de fornecimento da suplementação.

A literatura relata aumento no consumo de matéria seca em função da elevação no valor de BCAD (HU e MURPHY, 2004; HU e MURPHY, 2007; HARRISON et al., 2012; KHELIL-ARFA et al., 2014; IWANIUK e ERDMAN, 2015), sendo observado valor mínimo de CMS de  $13,50 \text{ kg}\cdot\text{d}^{-1}$  e máximo de  $28,40 \text{ kg}\cdot\text{d}^{-1}$  com BCAD de  $-67,7$  e  $810,9 \text{ mEq}\cdot\text{kg}^{-1}$  de MS, respectivamente. Informa que os fornecimentos de concentrado eram realizados duas vezes ao dia, porém os valores não são citados, provavelmente porque se tratava de valores altos como os de Hu e Murphy (2004) que coletaram dados para a meta-análise com fornecimentos *ad libitum*.

Entretanto, é provável que nesses estudos apresentados houve aumento no consumo de suplemento concentrado, possibilitando uma elevação na taxa de lotação, permitindo assim uma maior produção de leite/área.

Um fator que influencia diretamente sobre o consumo dos animais a pasto é a digestibilidade, por estar estreitamente relacionado com o esvaziamento do rúmen, tornando este um fator primordial devido à alta ingestão de FDN e FDA. Iwaniuk e Erdman (2015) verificaram aumento de 1,54% e 2,44% na digestibilidade de FDN e FDA, respectivamente, para cada 100 mEq.kg<sup>-1</sup> de incremento na concentração de BCAD na MS da dieta.

Contudo, como a celulose representa o único componente digestível do FDA, o aumento da digestibilidade da celulose pode ser explicado como a principal razão para a elevação da digestibilidade da FDN com aumento do BCAD. Estudos têm relatado mudanças na digestibilidade da fibra ocorrendo como resultado de mudanças no pH ruminal (WEST et al., 1987; ALLEN, 1997) e mudanças no rúmen, consistentes nos estudos de Iwaniuk e Erdman (2015), que mostram aumento na concentração de acetato e na relação acetato:propionato, o que sustenta a afirmativa quanto às melhorias das condições ruminais e, conseqüentemente, aumento da digestibilidade da fibra.

#### **1.4 Metabolismo de nitrogênio**

O estudo da eficiência no metabolismo de nitrogênio em ruminantes possui grande relevância na compreensão de diversos aspectos nutricionais que envolvem o máximo de aproveitamento de N pelos microrganismos ruminais e a evitação de perdas, uma vez que a proteína apresenta um custo mais elevado se comparada aos outros nutrientes.

Wildman et al. (2007) estudaram o efeito do BCAD no metabolismo proteico em vacas leiteiras no terço inicial de lactação, e verificaram que houve maior disponibilidade de aminoácidos oriundos da dieta com BCAD de 500 mEq.kg<sup>-1</sup> de MS e dieta com 150 g.kg<sup>-1</sup> de proteína bruta.

A maior disponibilidade de aminoácidos está relacionada com maior produção de proteína microbiana por esta fornecer o perfil de aminoácidos adequado para o animal, e com isso o BCAD pode influenciar na tentativa de manter o equilíbrio ideal na relação energia:proteína disponível para a produção de Pmic, através da maior digestibilidade da

fibra. Hu e Murphy (2007) observaram um decréscimo na concentração de nitrogênio ureico no leite com o aumento do valor de BCAD. Esse autor justifica que o resultado pode ser atribuído à maior chegada de proteína no intestino delgado, devido ao aumento da eficiência de síntese de proteína microbiana no rúmen.

O efeito do BCAD sobre a digestibilidade da fibra pode ser comparado ao fornecimento de um alimento que possui uma qualidade superior, e que permite maior concentração de energia para os microrganismos. Al-Marashdeh et al. (2015) relataram menor excreção urinária de N para vacas suplementadas com 3 kg de MS de silagem de milho do que para aquelas alimentadas apenas com forragem, e a razão para este aumento no indicador de produção de proteína microbiana e a subsequente redução da excreção urinária de N pode ser atribuída ao aumento relativo da razão de energia metabolizável por grama de N.

Portanto, o BCAD mais elevado proporciona melhoria na utilização de PDR e conversão em Pmic, tendo em vista maior disponibilidade de energia metabolizável ocasionada pela melhoria nas taxas de fermentação que o BCAD proporciona. Cabrita et al. (2006) sugerem que uma melhor utilização da ingestão de N pode ser alcançada com uma maior razão EM para N.

### **1.5 Produção e composição do leite**

O BCAD também pode ter influência sobre a produção e composição do leite (IWANIUK e ERDMAN, 2015; MARTINS et al., 2015), mostrando que, principalmente, o percentual de gordura e na produção de gordura no leite, mais o percentual de proteína e produção de proteína no leite se elevam com o aumento do valor de BCAD.

Trabalhos avaliando os efeitos do BCAD sobre a produção de leite (HU e MURPHY, 2004; WILDMAN et al., 2007; IWANIUK e ERDMAN, 2015) têm mostrado incrementos de 1,2 a 1,7 kg.d<sup>-1</sup>, porém com valores de BCAD máximos observados bem discrepantes que variam de 337 a 810 mEq.kg<sup>-1</sup> de MS. Por se tratar de meta-análises, provavelmente esses resultados foram causados pela variedade de condições proporcionadas nos experimentos, sendo eles, por exemplo: composição da dieta, relação volumoso:concentrado e manejo alimentar.

O aumento na produção de leite de animais alimentados com dietas cátion-aniónicas se dá pela elevação da ingestão de alimento (KHELIL-ARFA et al., 2014), uma vez que o BCAD promove aumento no consumo de matéria seca, portanto mais nutrientes disponíveis para a utilização, portanto, altos valores de BCAD podem representar uma certa eficiência em produção de leite em condições de alta ingestão de alimentos, podendo os concentrados apresentar maior representação devido à maior capacidade de ingestão se comparados ao volumoso.

O teor de gordura é um componente importante para o rendimento do processamento de laticínios e pode variar de acordo com a dieta, especialmente quando ocorrem alterações na atividade microbiana do rúmen (MARTINS et al., 2015). O rendimento de gordura está relacionado com a produção de acetato no rúmen, pois o aumento do BCAD proporciona melhoria nas condições de pH ruminal, tornando o meio próximo à neutralidade, resultando em um ambiente propício para a atividade microbiana, especialmente as bactérias celulolíticas. Iwaniuk e Erdman (2015) verificaram incremento de 52,3 para 58,7 unidades percentuais molar de acetato quando o BCAD aumentou de 0 para 500 mEq.kg<sup>-1</sup> de MS.

Portanto, em condições adequadas para a atividade microbiana ruminal, o processo de bio-hidrogenação de ácido graxo insaturado pode ser maior do que quando o pH ruminal é menor, diminuindo a formação de intermediária de ácido graxo (*trans*), que está negativamente associado com a síntese de gordura na glândula mamária (BAUMAN e GRIINARI, 2003). Roche et al. (2005) relataram que a elevação do BCAD pode aumentar o CMS assim como a síntese de ácido graxo de cadeia curta no rúmen, proporcionando mais substrato para a síntese *do novo*, o que pode contribuir para aumentar o teor de gordura do leite.

## 2. Referências bibliográficas

- ALLEN, M.S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1447-1462, 1997.
- AL-MARASHDEH, O.; GREENWOOD, S.L.; HODGE, S.; EDWARDS, G.R. The effects of feeding maize silage at different times prior to a herbage meal on dry matter intake, milk solids production and nitrogen excretion in late-lactation dairy cows. **New Zeland Society of Animal Production**, v.75, p.140-144, 2015.
- APPER-BOSSARD, E.; FAVERDIN, P.; MESCHY, F.; PEYRAUD, J.L. Effects of dietary cation-anion difference on ruminal metabolism and blood acid-base regulation in dairy cows receiving 2 contrasting levels of concentrate in diets. **Journal of Dairy Science**, v.93, p.4196-4210, 2010.
- BAUMAN, D.E.; GRIINARI, J.M. Nutritional regulation of milk fat synthesis. **Annual Review of Nutrition**, v.23, p.203-227, 2003.
- BEECHER, M.; BUCKLEY, F.; WATERS, S.M.; BOLAND, T.M.; ENRIQUEZ-HIDALGO, D.; DEIGHTON, M.H.; O'DONOVAN, M.; LEWIS, E. Gastrointestinal tract size, total-tract digestibility, and rumen microflora in different dairy cow genotypes. **Journal of Dairy Science**, v.97, p.3906-3917, 2014.
- BLOCK, E. Manipulation of dietary cation-anion difference on nutritionally related production diseases, productivity, and metabolic responses of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.1437-1450, 1994.
- CABRITA, A.; DEWHURST, R.J.; ABREU, J.; FONSECA, A. Evaluation of the effects of synchronising the availability of N and energy on rumen function and production responses of dairy cows - A review. **Animal Research**, v.55, p.1-24, 2006.
- CORREA, L.B.; ZANETTI, M.A.; DEL CLARO, G.R.; PAIVA, F.A. Resposta em parâmetros sanguíneos e urinários de vacas leiteiras ao aumento no balanço cátion aniônico da dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, p.655-661, 2009.
- CORREA, L.B.; ZANETTI, M.A.; SARAN NETTO, A.; DEL CLARO, G.R.; PAIVA, F.A.; MARTINS, P.G.M.A. Effects of supplemental dietary sodium bicarbonate on

- performance of lactating Holstein cows during the summer season in Brazil. **Livestock Science**, v.14, p.1871-1413, 2014.
- FREITAS, M.D.; FERREIRA, M.G.; FERREIRAS, P.M.; CARVALHO, A.U.; LAGE, A.P.; HEINEMANN, M.B.; FACURY FILHO, E.J. Equilíbrio eletrolítico e ácido-base em bovinos. **Ciência Rural**, v.40, p.2608-2615, 2010.
- HARRISON, J.; WHITE, R.; KINCAID, R.; BLOCK, E.; JENKINS, T.; ST-PIERRE, N. Effectiveness of potassium carbonate sesquihydrate to increase dietary cation-anion difference in early lactation cows. **Journal of Dairy Science**, v.95, p.3919-3925, 2012.
- HU, W.; MURPHY, M. R. Dietary cation-anion difference effects on performance and acid-base status of lactating dairy cows: A meta-analysis. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.2222-2229, 2004.
- HU, W.; MURPHY, M.R. Dietary cation-anion difference and protein effects on performance and acid-base status of dairy cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.3355-3366, 2007.
- HUHTANEN, P., CABEZAS-GARCIA, E.H.; KRIZSAN, S.J.; SHINGFIELD, K.J. Evaluation of between-cow variation in milk urea and rumen ammonia nitrogen concentrations and the association with nitrogen utilization and diet digestibility in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.98, p.3182-3196, 2015.
- IWANIUK; M.E.; ERDMAN, R.A. Intake, milk production, ruminal, and feed efficiency responses to dietary cation-anion difference by lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.98, p.1-13, 2015.
- KALSCHEUR, K.F.; TETER, B.B.; PIPEROVA, L.S.; ERDMAN, R.A. Effect of fat source on duodenal flow of trans-C18:1 and milk fat production in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.2115-2126, 1997.
- KAUFFMAN, A.J.; ST-PIERRE, N.R. The relationship of milk urea nitrogen to urine nitrogen excretion in Holstein and Jersey cows. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.2284-2294, 2001.
- KHELIL-ARFA, H.; FAVERDIN, P.; BOUDON, A. Effect of ambient temperature and sodium bicarbonate supplementation on water and electrolyte balances in dry and lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.97, p.2305-2318, 2014.



- MARTINS, C.M.M.R.; ARCARI, M.A.; WELTER, K.C.; NETTO, A.S.; OLIVEIRA, C.A.F.; SANTOS, M.V. Effect of dietary cation-anion difference on performance of lactating dairy cows and stability of milk proteins. **Journal of Dairy Science**, v.98, p.1-12, 2015.
- OLIVEIRA, A.P.; REIS, R.A.; BERTIPAGLIA, L.M.A.; MELO, G.M.P.; BERCHIELLI, T.T.; OLIVEIRA, J.A.; CASAGRANDE, D.R.; BALSALOBRE, M.A.A. Substituição de monensina sódica por bicarbonato de sódio em dietas de novilhas confinadas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.4, p.1149-1157, 2013.
- QIAO, J.Y.; TAN, Z.L.; GUAN, L.L.; TANG, S.X.; ZHOU, C.S.; HAN, X.F.; WANG, M.; KANG, J.H.; HE, Z.X. Effects of hydrogen in headspace and bicarbonate in media on rumen fermentation, methane production and methanogenic population using in vitro gas production techniques. **Animal Feed Science and Technology**, v.206, p.19-28, 2015.
- RAUCH, R.E.; ROBINSON, P.H.; ERASMUS, L.J. Effects of sodium bicarbonate and calcium magnesium carbonate supplementation on performance of high producing dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**. v.177, p.180-193, 2012.
- ROCHE, J.R.; PETCH, S.; KAY, J.K. Manipulating the dietary cation-anion difference via drenching to early-lactation dairy cows grazing pasture. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.264-276, 2005.
- VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S. IN: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. Fermentação ruminal. **Nutrição de ruminantes**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, p. 161-191, 2011.
- WEST, J.W.; COPPOCK, C.E.; NAVE, D.H.; LABORE, J.M.; GREENE, L.W.; ODOM, T.W. Effects of potassium carbonate and sodium carbonate on rumen function in lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.70, p.81-90, 1987.
- WHEELER, W.E. Gastrointestinal tract pH environment and the influence of buffering materials on the performance of ruminants. **Journal of Animal Science**, v.51, p.224-232, 1980.

- WILDMAN, C.D.; WEST, J.W.; BERNARD, J.K. Effect of dietary cation-anion difference and dietary crude protein on milk yield, acid-base chemistry, and rumen fermentation. **Journal Dairy Science**, v.90, p.4693-4700, 2007.
- WILKENS, M.R.; OBERHEIDE, I.; SHRÖDER, B.; AZEM, E.; STEINBERG, W.; BREVES, G. Influence of the combination on of 25-hydroxyvitamin D<sub>3</sub> and a diet negative in cation-anion difference on peripartal calcium homeostasis of dairy cows. **Journal Dairy Science**. v.95, p.151-164, 2012.
- ZOU, C.X.; LIVELY, F.O.; WYLIE, A.R.G.; YAN, T. Estimation of the maintenance energy requirements, methane emissions and nitrogen utilization efficiency of two suckler cow genotypes. **Animal**, v.10, p.616-622, 2016.

## Capítulo 2 - Produção e análise marginal em vacas lactantes submetidas a níveis de balanço cátion-aniônico da dieta

### RESUMO

Objetivou-se avaliar as características produtivas, nutricionais e econômicas em vacas lactantes a pasto, com níveis de balanços catiônicos na dieta. Utilizaram-se 10 vacas lactantes  $\frac{3}{4}$  Holandês x  $\frac{1}{4}$  Gir Leiteiro, no terço médio de lactação, com idade média de  $70 \pm 4,6$  meses e peso corporal médio de  $400 \pm 55,2$  kg. Os animais foram distribuídos em cinco tratamentos, em delineamento experimental de quadrado latino  $5 \times 5$ , com dois quadrados simultâneos. Os tratamentos foram constituídos de níveis de balanço catiônico da dieta: +237 – Dieta com BCAD de +237 mEq na MS; +258 – Dieta com BCAD de +258 mEq na MS; +295 – Dieta com BCAD de +294 mEq na MS; +347 – Dieta com BCAD de +347 mEq na MS; +419 – Dieta com BCAD de +419 mEq na MS. Os resultados foram analisados estatisticamente por meio de análises de variância e regressão a 0,95 de probabilidade com o auxílio do programa SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (versão 9.0). Não foram observados efeitos do consumo ( $P > 0,05$ ). Não houve efeito significativo do BCAD sobre a produção de leite ( $P > 0,05$ ). Não foram observadas diferenças significativas na produção de leite corrigida para 3,5% de gordura em função dos níveis de BCAD ( $P > 0,05$ ). Foi observada ausência de efeitos significativos no teor de gordura em função dos níveis de BCAD ( $P > 0,05$ ). A proteína no leite não foi influenciada pelos níveis de BCAD ( $P > 0,05$ ). A variação do escore de condição corporal não sofreram efeitos significativos em função dos níveis de BCAD ( $P > 0,05$ ). As digestibilidades aparentes da matéria seca e dos nutrientes (PB, FDN, EE, CNF e NDT) não foram afetadas pelos níveis de BCAD ( $P > 0,05$ ). Os custos totais com volumoso, concentrado e alimentação apresentaram médias de R\$ 3,24; 5,01 e 8,45, respectivamente, que não sofreram efeitos significativos ( $P > 0,05$ ). A taxa de retorno marginal não apresentou diferenças significativas ( $P > 0,05$ ). Em boas condições de pastagem, disponibilidade e qualidade associadas às fases de lactação das vacas, todas as dietas se apresentaram eficientes na produção de leite, consumo de matéria seca, digestibilidade, mas em termos econômicos e de manejo, a utilização do nível de BCAD mais atrativo foi de +237 mEq.kg<sup>-1</sup> de MS.

**Palavras-chave:** balanço eletrolítico, concentrado, leite, suplemento, vaca

## **Chapter 2 - Production and marginal analysis in lactating cows submitted to dietary anionic-cation balance levels**

### **ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the nutritional, nutritional and economic characteristics of lactating cows with pasture, with levels of cationic balance in the diet. Were used ten lactating cows  $\frac{3}{4}$  Holstein  $\pm$   $\frac{1}{4}$  Gyr in the middle third of lactation, with mean age of  $70 \pm 4.6$  months and average body weight of  $400 \pm 55.2$  kg, which will be distributed in five treatments, in an experimental design Square Latin  $5 \times 5$ , with two simultaneous squares. The treatments consisted of cationic balance levels of the diet: +237 - Diet with DCAD of + 237 mEq in DM; +258 - Diet with DCAD of +258 mEq in MS; +294 - Diet with DCAD of +294 mEq in MS; +347 - Diet with DCAD of +347 mEq in MS; +419 - Diet with DCAD of +419 mEq in MS. The results were analyzed statistically by analysis of variance and regression to 0.95 of probability with the aid of the program SAEG - System of Statistical and Genetic Analysis (version 9.0). There was no significant effect of DCAD on milk production ( $P > 0.05$ ). There were no significant differences in milk production corrected to 3.5% fat as a function of the DCAD levels ( $P > 0.05$ ). There was no significant effect on fat content as a function of DCAD levels ( $P > 0.05$ ). Protein in milk was not influenced by DCAD levels ( $P > 0.05$ ). The variation of the body condition score did not suffer significant effects as a function of the BCAD levels ( $P > 0.05$ ). Apparent digestibilities of dry matter and nutrients (CP, NDF, EE, NCF and TDN) were not affected by the levels of BCAD ( $P > 0.05$ ). The total costs with bulk, concentrate and feed presented averages of R\$ 3.24; 5.01 and 8.45, respectively, and did not suffer significant effects ( $P > 0.05$ ). The marginal rate of return did not present significant differences ( $P > 0.05$ ). In good conditions of pasture, availability and quality associated to the lactation stages of the cows, all diets were efficient in milk production, dry matter intake, digestibility, but in economic and management terms, the use of the DCAD level more was  $237 \text{ mEq.kg}^{-1}$  of DM.

**Keywords:** electrolyte balance, concentrated, milk, supplement, cow

## 1. Introdução

A utilização de dietas cátion-aniônicas tem se tornado uma ferramenta indispensável na pecuária leiteira. Pois o que, anteriormente, era utilizada apenas para prevenir distúrbios metabólicos, agora melhorias têm sido evidenciadas nos aspectos nutricionais e produtivos, podendo gerar um elevado impacto econômico na propriedade.

Pesquisas recentes têm sido focadas na produção e ingestão em resposta ao balanço cátió-aniônico da dieta (BCAD) (HARRISON et al., 2012; KHELIL-ARFA et al., 2014; MARTINS et al., 2015), e efeitos significativos são observados em diversos indicadores de desempenho, incluindo consumo de matéria seca, produção de leite corrigido para 3,5% de gordura, composição do leite e digestibilidade da dieta.

Em condições de pastejo, ocorre alta ingestão de compostos fibrosos na dieta, podendo não apresentar respostas do BCAD diante da alta produção de saliva produzida pelo animal, pois contém alta concentração de tamponante, que permite, quimicamente, a regulação do ambiente ruminal. Das diversas publicações com BCAD (HARRISON et al., 2012; KHELIL-ARFA et al., 2014; MARTINS et al., 2015), sua maioria absoluta é em sistemas de confinamento, assim, foi pouco elucidado sobre seus efeitos em vacas lactantes sob condições de pastagens tropicais.

A utilização de dietas cátion-aniônicas pode representar viabilidade econômica de forma significativa no que diz respeito à utilização de nutrientes dos alimentos, uma vez que a inconstância climática provoca alterações principalmente no preço do grão. Outro fator a ser levado em consideração é a necessidade de explorar a pastagem tropical de forma mais eficiente, pelo fato de esta apresentar um custo mais baixo do kg de nutriente. Porém, poucas informações dos efeitos do BCAD em condições tropicais são encontradas na literatura.

Objetivou-se avaliar a produção e análise marginal em vacas lactantes submetidas a níveis de balanço cátió-aniônico da dieta.

## 2. Material e métodos

### 2.1 Local de estudo e considerações éticas

O Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual do Piauí avaliou e aprovou a pesquisa científica sob o protocolo número 10.918/15. O experimento foi conduzido na Fazenda Rancho Santana, situado em Jequié/BA.

### 2.2 Pastagem: manejo e disponibilidade

O trabalho de campo foi implantado em uma área de dois hectares, dividida em 13 piquetes de aproximadamente 0,15 hectares cada, formada de *Brachiaria brizantha* cultivar MG-5. Foi utilizado um sistema intermitente de piquetes com ocupação de dois dias de pastejo e 24 dias de descanso. A área foi composta de dois centros de descanso para animais, com bebedouro automático, saleiro e sombreamento à vontade.

Utilizou-se um sistema de irrigação no modelo de aspersão fixa em malha com evasão 6 mm/h, sendo regulada para manter a umidade ideal por meio de um tensiômetro (Soilcontrol<sup>®</sup>) para a cultivar utilizada. Houve variações na distribuição nos períodos entre a precipitação e irrigação, devido à estacionalidade associada às temperaturas de inverno que não permitem que forrageiras tropicais se desenvolvam nessa época do ano. O experimento teve duração de 75 dias, divididos em cinco períodos de 15 dias, sendo 10 dias para adaptação dos animais à dieta com variação no BCAD e cinco dias para coletas de dados. Foram coletados os dados de temperatura (termômetro de máxima e mínima com amplitude de -40 a +50°C, Walmur<sup>®</sup>), precipitação (pluviômetro com escala de 0 a 150 mm, Incoterm<sup>®</sup>) e irrigação durante o período experimental (Tabela 1).

A pastagem foi avaliada a cada dois dias consecutivos durante o período de coleta de dados, conforme metodologia descrita por Mc Meniman (1997). Foi determinada a biomassa residual diária, biomassa de forragem e taxa de acúmulo diário, segundo Wilm et al. (1994), Gardner (1986) e Campbell (1966), respectivamente.

Para cálculo da disponibilidade de MS e FDN potencialmente digestível (DMSpd, DFDNpd) foram utilizadas as equações:  $DMSpd = DTMS * MSpd$ . Em que: DMSpd = disponibilidade de MS potencialmente digestível, em kg/ha; DTMS = disponibilidade total de MS, em kg/ha; MSpd = MS potencialmente digestível, em percentual. DFDNpd =

DTMS \* FDNpd. Em que: DFDNpd = disponibilidade de FDN potencialmente digestível, em kg/ha; DTMS = disponibilidade total de MS, em kg/ha; FDNpd = FDN potencialmente digestível, em percentual. Foi calculada a MS potencialmente digestível (MSpd) da pastagem, conforme descrito por Paulino et al. (2006), pela equação:  $MSpd = 0,98 * (100 - \%FDN) + (\%FDN - \%FDNi)$ . Para cálculo da disponibilidade de MS potencialmente digestível (DMSpd) foi utilizada a equação:  $DMSpd = DTMS * MSpd$ , em que: DMSpd = disponibilidade de MS potencialmente digestível, em kg/ha; DTMS = disponibilidade total de MS, em kg/ha; MSpd = MS potencialmente digestível, em percentual.

**Tabela 1.** Características climáticas, composição química da pastagem e suplemento no período experimental

Variável	Período					Média
	1°	2°	3°	4°	5°	
Tmín. à sombra (°C)	26,6	18,5	21,1	20,9	20,1	21,4
Tmáx. à sombra (°C)	31,3	27,7	31,1	36,3	31,7	31,6
Tmín. ao sol (°C)	22,3	18,3	19,2	18,4	17,8	19,2
Tmáx. ao sol (°C)	35,1	36,4	35,2	37,4	34,0	35,6
Precipitação (mm)	22,5	2,5	14,0	6,5	4,0	9,9
Irrigação (mm)	107	171	33,0	29,0	91,0	86,0
Composição físico-química do pastejo simulado						
MS <sup>1</sup> (g.kg <sup>-1</sup> )	238	240	205	289	231	241
PB <sup>2</sup> (g.kg <sup>-1</sup> MS)	96,3	158	177	102	144	135
FDNcp <sup>3</sup> (g.kg <sup>-1</sup> MS)	749	742	731	757	742	744
EE <sup>4</sup> (g.kg <sup>-1</sup> MS)	37,2	37,0	43,0	30,7	38,1	37,2
CNF <sup>5</sup> (g.kg <sup>-1</sup> MS)	114	58,7	44,0	108	70,7	78,9
Composição química do suplemento						
	1°	2°	3°	4°	5°	
MS <sup>1</sup> (g.kg <sup>-1</sup> MS)	336	330	322	335	342	333
PB <sup>2</sup> (g.kg <sup>-1</sup> MS)	201	201	201	201	201	201
FDNcp <sup>3</sup> (g.kg <sup>-1</sup> MS)	402	402	402	402	402	402
EE <sup>4</sup> (g.kg <sup>-1</sup> MS)	9,70	9,70	9,70	9,70	9,70	9,70
CNF <sup>5</sup> (g.kg <sup>-1</sup> MS)	392	392,7	392,7	392,7	392,7	392,7

1° período: 04/05/2014 a 09/05/2014; 2° período: 28/05/2014 a 02/06/2014; 3° período: 12/06/2014 a 17/06/2014; 4° período: 27/06/2014 a 01/07/2014; 5° período: 12/07/2014 a 16/07/2014; Tmín. – temperatura mínima; Tmáx. – temperatura máxima.

<sup>1</sup>Matéria seca; <sup>2</sup>Proteína bruta; <sup>3</sup>Fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína; <sup>4</sup>Extrato etéreo;

<sup>5</sup>Carboidratos não fibrosos;

A taxa de lotação (TL) foi calculada considerando a unidade animal (UA) como sendo 450 kg de PV, utilizando-se a seguinte fórmula:  $TL = (UA_t)/\text{área}$ , em que: TL = taxa de lotação, em UA/ha;  $UA_t$  = unidade animal total; Área = área experimental total, em ha. A oferta de forragem (OF) foi calculada de acordo com a seguinte fórmula:  $OF = \{(BRD \cdot \text{área} + TAD \cdot \text{área})/PC_{total}\} \cdot 100$ , em que: OF = oferta de forragem, em kg MS/100 kg PV/dia; BRD = biomassa residual total, em kg de MS/ha/dia; TAD = taxa de acúmulo diário, em kg MS/ha/dia; PC = peso corporal total dos animais, em kg/ha.

Foi mensurada a altura da forragem através de uma régua graduada em todos os pontos de coleta da forragem. As amostras do pastejo simulado foram obtidas através da metodologia de Johnson (1978).

Foi encontrado o valor de  $5115 \pm 1192$  kg/ha de disponibilidade de matéria seca;  $3053 \pm 1171$  kg/ha de disponibilidade de matéria seca verde;  $734,8 \pm 8,7$  g.kg<sup>-1</sup> de matéria seca potencialmente digestível;  $3754,55 \pm 856,98$  kg/ha de disponibilidade de matéria seca potencialmente digestível;  $154,49 \pm 54,58$  kg/MS/ha/dia de biomassa residual diária;  $6,06 \pm 1,8$  UA/ha de taxa de lotação;  $58,62 \pm 9,95$  kg/MS/ha/dia de taxa de acúmulo diário;  $7,38 \pm 1,72$  kg/MS/100 kg PC/dia de oferta de forragem;  $42,71 \pm 11,68$  cm altura de forragem; 22,5% de folha; 37,2% de colmo;  $0,62 \pm 0,13$  g/g de relação folha:colmo.

### *2.3 Animais, tratamentos, dietas e manejo*

Utilizaram-se 10 vacas lactantes  $\frac{3}{4}$  Holandês x  $\frac{1}{4}$  Gir Leiteiro, no terço médio de lactação, com idade média de  $70 \pm 4,6$  meses e peso corporal médio de  $400 \pm 55,2$  kg. Foram distribuídas em cinco tratamentos, em delineamento experimental de quadrado latino 5x5, com dois quadrados simultâneos.

Os tratamentos foram constituídos de níveis de balanço catiônico da dieta: +237 – Dieta com BCAD de +237 mEq na MS; +258 – Dieta com BCAD de +258 mEq na MS; +294 – Dieta com BCAD de +294 mEq na MS; +347 – Dieta com BCAD de +347 mEq na MS; +419 – Dieta com BCAD de +419 mEq na MS. Os valores do BCAD nos tratamentos supracitados foram manipulados por meio de níveis de bicarbonato de sódio na dieta: +237 – Dieta com 0% de inclusão do bicarbonato de sódio na MS do suplemento; +258 – Dieta com 0,75% de inclusão do bicarbonato de sódio na MS do suplemento; +294 – Dieta com 1,50% de inclusão do bicarbonato de sódio na MS do suplemento; +347 – Dieta com 2,25%



de inclusão do bicarbonato de sódio na MS do suplemento; +419 – Dieta com 3,00% de inclusão do bicarbonato de sódio na MS do suplemento (Tabela 1).

O BCAD foi calculado pela equação:  $BCAD = (Na^+ + K^+) - (Cl^- + S^-)$  mEq.kg<sup>-1</sup> da MS do suplemento. O cálculo do BCAD foi realizado a partir do percentual de sódio, potássio, cloro e enxofre na dieta (NRC, 2001), em miliequivalente (mEq) que é a milésima parte do equivalente e este, por sua vez, relaciona o peso atômico com a carga do cátion ou ânion.

As vacas foram suplementadas com ração concentrada contendo, por kg: 626,8 g de milho moído, 235,0 g de farelo de soja, 94,0 g de caroço de algodão, 25,1 g sal mineral, 3,1 g de ureia, 0,3 g sulfato de amônia, visando atender às exigências de manutenção e produção de 15 litros de leite a 3,5% gordura (NRC, 2001).

O manejo diário das vacas iniciou-se às cinco horas e trinta minutos, quando retornarem da pastagem para a realização da primeira ordenha, e a segunda ordenha iniciada às 16 horas e trinta minutos. A ordenha foi realizada de forma mecânica (tipo balde ao pé, modelo fila indiana com fosso). O suplemento foi fornecido logo após as ordenhas (3kg pela manhã e 2kg à tarde), em cocho tipo meia-bombona com disponibilidade de 100 cm lineares por animal.

#### *2.4 Consumo e digestibilidade*

Para estimar a produção fecal foi utilizado o LIPE<sup>®</sup> (Lignina isolada e purificada de eucalipto) de 500 mg como indicador externo, fornecido diariamente uma capsula após o fornecimento de concentrado durante sete dias, sendo três dias para adaptação e regulação do fluxo de excreção do marcador e quatro dias para coleta das fezes. As fezes foram coletadas uma vez ao dia no momento da administração do indicador, diretamente da ampola retal, e armazenadas em câmara fria a -10°C.

Para determinação do indicador interno, da fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), as amostras da forragem, das fezes e dos concentrados foram incubadas no rúmen de cinco animais fistulados por 240 horas (CASALI et al., 2008), tendo o resíduo como indigestível. A digestibilidade aparente e o consumo de matéria seca (CMS) foram estimados a partir da produção fecal, verificada com auxílio de LIPE<sup>®</sup> como indicador externo e da fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno.

O consumo de MS foi obtido através da seguinte equação:  $CMS = \{(PF * CIFZ) - IS\} / CIFR + CMSS$ . Em que CMS é o consumo de matéria seca ( $kg \cdot dia^{-1}$ ); PF é a produção fecal ( $kg \cdot dia^{-1}$ ); CIFZ concentração do indicador presente nas fezes ( $kg \cdot kg^{-1}$ ); IS é o indicador presente no suplemento ( $kg \cdot dia^{-1}$ ); CIFR é a concentração do indicador presente na forragem ( $kg \cdot kg^{-1}$ ) e o CMSS que é o consumo de matéria seca do suplemento ( $kg \cdot dia^{-1}$ ).

### *2.5 Análise química das dietas*

As amostras do concentrado, pastejo simulado e das fezes foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada de 55° C por 72 horas. O teor de matéria seca (Protocolo 967,03), nitrogênio total (Protocolo 981,10), matéria mineral (Protocolo 942,05) e extrato etéreo (Protocolo 942,05) foi determinado de acordo com o método da AOAC (1997). O teor de fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (FDNcp) foi estimado de acordo Licitra et al. (1996). Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados como proposto por Hall (2000):  $100 - [\% PB - \% PB \text{ derivada da ureia} + \% \text{ ureia}] + \% FDNcp + \% EE + \% \text{ cinza}$ .

### *2.6 Produção, composição de leite e escore de condição corporal*

A produção de leite foi avaliada do 11° ao 14° dia de cada período experimental. O cálculo da produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLcor) foi realizado utilizando-se a seguinte fórmula (TYRRELL e REID, 1965):  $PLC^{3,5\%} = 12,82 * P^{gor} + 7,13 * P^{ptn} + 0,323 * PL$ . Em que:  $PLC^{3,5\%}$  = produção de leite, kg/dia;  $P^{gor}$  = produção de gordura, kg/dia; e  $P^{ptn}$  = produção de proteína, kg/dia.

O escore de condição corporal das vacas foi mensurado através de avaliação visual realizada por apenas um observador devidamente treinado, utilizando uma escala de 5 pontos (1=magra e 5=gorda) em incrementos de 0,25 unidades (EDMONSON et al., 1989).

Foram coletadas amostras de leite durante a ordenha da manhã e tarde, de modo proporcional à produção de cada turno para formar uma única porção com representação real à produção de leite diária, e foi analisado o teor de gordura, proteína, densidade, extrato seco desengordurado e total pelo processo de infravermelho pelo analisador Ekomilk M<sup>®</sup>.

### *2.7 Análise de custo marginal*

Para a análise marginal, foi adotado o método de orçamento parcial, considerando-se os elementos que variam com a produção leiteira dos animais e com o sistema de alimentação de cada tratamento testado, como pastagens, concentrado (milho, farelo de soja, caroço de algodão) e sal mineral. Os custos do concentrado na região da Bahia foram obtidos considerando o consumo e o preço dos ingredientes coletados durante o experimento.

Posteriormente foram avaliadas as receitas com a venda de leite por tratamento, utilizando-se o preço do leite referente ao valor médio pago no estado da Bahia, conforme levantamento de cotação do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da ESALQ/USP. A avaliação se deu por meio das seguintes variáveis: renda bruta da venda do leite (RBVL) e receita menos custos com alimentação (RMCA - diferença entre a renda bruta com venda de leite e o custo total com alimentação). A taxa de retorno marginal (TRM) foi calculada conforme metodologia proposta por Evans (2005) que compõe a fórmula:  $TRM = (RMCA_{\text{padrão}} - CTA_{\text{padrão}} / CTA_{\text{teste}} - CTA_{\text{padrão}}) * 100$ .

### *2.8 Análise estatística*

Os resultados foram analisados estatisticamente por meio de análises de variância e regressão a 0,95 de probabilidade com o auxílio do programa SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (versão 9.0).

### 3. Resultados e discussão

Não houve efeito ( $P>0,05$ ) dos níveis de balanço cátion-aniônicos das dietas (BCAD) nos consumos de nutrientes e na produção e composição do leite por vacas lactantes em pastagem tropical (Tabela 2).

**Tabela 2.** Produção e consumo alimentar diário por vacas lactantes em pastagem tropical submetidas a níveis de balanço cátion-aniônico da dieta

Item	Nível de BCAD					CV (%)	ER	R <sup>2</sup>
	+237	+258	+294	+347	+419			
Consumo alimentar								
CMST <sup>1</sup>	11,5	11,6	11,4	12,2	11,5	6,63	$\hat{Y} = 11,7$	---
CMSF <sup>2</sup>	7,20	7,20	7,00	7,70	7,00	10,7	$\hat{Y} = 7,20$	---
CPB <sup>3</sup>	1,92	1,92	1,95	1,91	1,94	4,76	$\hat{Y} = 1,93$	---
CFDN <sup>4</sup>	6,14	6,14	6,10	6,18	6,10	8,06	$\hat{Y} = 6,13$	---
CEE <sup>5</sup>	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	9,04	$\hat{Y} = 0,27$	---
CCNF <sup>6</sup>	1,66	1,65	1,66	1,61	1,67	3,44	$\hat{Y} = 1,65$	---
CNDT <sup>7</sup>	6,65	6,54	6,74	6,88	6,64	8,35	$\hat{Y} = 6,69$	---
Produção e composição do leite								
PL <sup>8</sup>	11,7	10,2	10,6	10,8	9,9	15,4	$\hat{Y} = 10,6$	---
PLC <sup>3,5%9</sup>	13,4	12,5	12,3	12,9	11,8	20,4	$\hat{Y} = 12,6$	---
GOR <sup>10</sup>	45,2	50,6	46,2	48,1	47,1	15,8	$\hat{Y} = 47,4$	---
PTN <sup>11</sup>	35,3	35,7	35,4	35,5	35,9	2,46	$\hat{Y} = 36,0$	---
ESD <sup>12</sup>	93,4	94,4	93,8	93,9	94,9	2,49	$\hat{Y} = 94,1$	---
EST <sup>13</sup>	140	145	140	142	142	5,82	$\hat{Y} = 141,5$	---
VECC <sup>14</sup>	0,40	-0,10	0,10	-0,30	0,60	-577	$\hat{Y} = 1,4$	---

<sup>1</sup>Consumo de matéria seca total (kg/dia); <sup>2</sup>Consumo de matéria seca da forragem (kg/dia); <sup>3</sup>Consumo de proteína bruta (kg/dia); <sup>4</sup>Consumo de fibra em detergente neutro (kg/dia); <sup>5</sup>Consumo de extrato etéreo (kg/dia); <sup>6</sup>Consumo de carboidratos não fibrosos (kg/dia); <sup>7</sup>Consumo de nutrientes digestíveis totais (kg/dia); <sup>8</sup>Produção de leite (kg/d); <sup>9</sup>Produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (kg/d); <sup>10</sup>Gordura (g.kg<sup>-1</sup>); <sup>11</sup>Proteína (g.kg<sup>-1</sup>); <sup>12</sup>Extrato seco desengordurado (g.kg<sup>-1</sup>); <sup>13</sup>Extrato seco total (g.kg<sup>-1</sup>); <sup>14</sup>Varição do escore de condição corporal (pontos).

A variação do CMST e a do CMSF estão relacionadas ao fator limitante físico proveniente da fibra da pastagem, que implica maior enchimento ruminal, aumentando o tempo de retenção da FDN no rúmen. Contudo, a literatura informa que uma dieta catiônica elevaria a quantidade de microrganismos que degradam a fibra, resultando em maiores taxas de esvaziamento, e conseqüentemente elevação do consumo, o que não foi observado no presente estudo.

O consumo de proteína bruta (CPB) não variou ( $P>0,05$ ), porque os animais receberam suplemento concentrado e forragem com a mesma composição e quantidade. Van Amburgh et al. (2015) relataram que a taxa de digestão da fração A da proteína verdadeira varia de 130-300% por hora. Contudo, os valores da literatura são tipicamente menores (NRC, 2001; HEDQVIST & UDEN, 2006; LANZAS et al., 2007) e indicam que a taxa de degradação da fração A da proteína é mais lenta do que o inicialmente considerado na CNCPS, sendo rapidamente solúvel, não considerando assim um tempo estimado para sua degradação (SNIFFEN et al., 1992).

Não foram observados efeitos do consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) com níveis crescentes de BCAD ( $P>0,05$ ). A média de CFDN foi de 6,13 kg/dia ou 1,53% do peso corporal, estando este valor dentro da média brasileira, e próximo ao encontrado por Mendes et al. (2013), que obtiveram média de 6,7 kg/dia em vacas mestiças em lactação recebendo níveis de concentrado na dieta.

O consumo de extrato etéreo não sofreu efeito significativo com os níveis de BCAD ( $P>0,05$ ), pois a maior fonte de EE na dieta total das vacas foi proveniente da pastagem (37,3 g de EE.kg<sup>-1</sup> de MS), contudo o consumo torna-se restrito devido à FDN estar presente na forragem, fazendo deste um fator limitante para o consumo de extrato etéreo. Esse efeito pode ser explicado pela ausência de efeitos significativos no CFDN.

O presente estudo apresentou teor de CNF na dieta de aproximadamente 141 g.kg<sup>-1</sup> de MS, e o NRC (2001) recomenda o limite máximo de CNF conforme a fração fibrosa da dieta (FDN e FDA), que se encontra em torno de 200 a 230 g de CNF.kg<sup>-1</sup> de MS. Então, a partir desses valores haveria respostas significativas ao aumento do BCAD.

O consumo dos nutrientes digestíveis totais (CNDT) não foi afetado pelo BCAD ( $P>0,05$ ). O NRC (2001) recomenda relação de 335 g de NDT.kg<sup>-1</sup> de MS e 90 g de PB.kg<sup>-1</sup> de MS, ambos por kg de leite produzido. O presente trabalho apresentou valores bem próximos, sendo 335 g de NDT.kg<sup>-1</sup> de MS para cada 94 g de PB.kg<sup>-1</sup> de MS. Diante disso, a elevação desse nutriente não seria interessante para a produção de leite pela perda de energia que haveria devido ao desbalanceamento da relação energia:proteína.

Não houve efeito significativo do BCAD sobre a produção de leite ( $P>0,05$ ). A ausência do efeito do BCAD sobre a produção de leite pode estar vinculada ao alto consumo de conteúdo fibroso, proveniente da pastagem que estimulou a mastigação,

produzindo saliva que contém alta concentração de bicarbonato de sódio, exercendo função de tamponamento ruminal. Seria possível elevar a produção de leite por área mantendo o mesmo consumo de matéria seca ao aumentar o nível de concentrado na dieta e o número de animais por área, uma vez que haveria maior quantidade de pastagem disponível. Iwaniuk e Erdman (2015) também não observaram variação na produção de leite com o aumento do BCAD. Isso ocorreu em função da ausência de alteração no consumo de MS, pois é possível que o aumento na produção de leite seja consequência do aumento da ingestão e, portanto, mais energia e nutrientes estariam disponíveis para a produção.

Não foram observadas diferenças significativas na produção de leite corrigida para 3,5% de gordura ( $PLC^{3,5\%}$ ) em função dos níveis de BCAD ( $P>0,05$ ). Hu et al. (2007) associam a variação da  $PLC^{3,5\%}$  à produção de gordura ( $kg.dia^{-1}$ ) e proteína ( $kg.dia^{-1}$ ) pelo fato de esta compor a equação que corrige o valor real da produção de leite incluindo a gordura, sendo este um dos fatores determinantes para a variação da  $PLC^{3,5\%}$ . Iwaniuk e Erdman (2015) observaram efeitos significativos, verificando aumento da  $PLC^{3,5\%}$  de 25,5 para 28,9  $kg.dia^{-1}$  quando o BCAD aumentou de 0 a 500  $mEq.kg^{-1}$  da MS, com respostas incrementais de 1,02, 0,92, 0,82, 0,74, e 0,67  $kg/d$  para cada adição 100  $mEq.kg^{-1}$  de aumento no BCAD. Portanto, a ausência de efeitos no presente estudo pode estar vinculada ao nível de produção mais baixo.

Foi observada ausência de efeitos significativos no teor de gordura (GOR) em função dos níveis de BCAD ( $P>0,05$ ), podendo estar associado à ausência de variação do padrão fermentativo resultante das dietas fornecidas, o que afeta diretamente no substrato gerado para a síntese de gordura na glândula mamária. Segundo MARQUES et al., (2011) e BARBOSA et al. (2012), os constituintes do leite podem ser alterados diretamente pelo estado nutricional e metabólico de vacas leiteiras, porém os resultados do estudo atual não corroboraram os estudos (KHELIL-ARFA et al., 2014; IWANIUK e ERDMAN, 2015; MARTINS et al., 2015) que têm apontado o BCAD como um influenciador na variação da composição do leite, principalmente a gordura, por estar intimamente relacionada com a degradação da fibra, devido ao maior crescimento das bactérias celulolíticas.

Resultados diferentes aos do presente estudo foram encontrados por Iwaniuk e Erdman (2015), que apontaram que a produção de gordura do leite aumentou de 0,89 para 1,07 g quando o BCAD aumentou de 0 a 500  $mEq.kg^{-1}$  de MS, que resultou em aumento de

36,0 g para cada 100 mEq.kg<sup>-1</sup> de aumento do BCAD. Contudo, as condições das unidades experimentais em termos de produção de leite eram diferentes das do estudo atual, pois são animais de média/alta produção (26 kg.dia<sup>-1</sup>) e produção menor (10 kg.dia<sup>-1</sup>), respectivamente.

Isso leva a entender que a quantidade de ração concentrada oferecida seria maior para as vacas de média/alta produção fazendo com que o BCAD exercesse a sua função de forma mais expressiva. Porém, é possível afirmar que a pastagem poderia exercer funções que evitariam a depressão da gordura, mediante a quantidade de volumoso ingerido por meio da relação volumoso:concentrado de 62:38, sendo esse volumoso oriundo da pastagem de *Brachiaria brizantha* cultivar MG-5.

A proteína no leite (PTN) não foi influenciada pelos níveis de BCAD (P>0,05), e provavelmente as bactérias responsáveis pela utilização de glicose não foram afetadas, devido ao BCAD positivo evitar a liberação de íons de H<sup>+</sup>, o que promoveu uma redução na perda energética por meio do incremento calórico, ou seja, via metano (CH<sub>4</sub>), o que manteve a temperatura ruminal constante, e em consequência disso, a passagem de aminoácidos para o rúmen não sofreu nenhuma alteração. Não houve efeito do BCAD sobre o extrato seco desengordurado (ESD) e extrato seco total (EST) devido à ausência de variação dos principais constituintes que os compõem.

A variação do escore de condição corporal (VECC) não sofreu efeitos significativos em função dos níveis de BCAD (P>0,05) devido à ausência no aumento do CMS, logo, à disponibilidade de nutrientes, e pode-se atribuir também ao fato de a produção de leite se manter constante mediante o aumento dos níveis de BCAD e não proporcionar aumento nas quantidades de energia e proteína para a formação de tecido adiposo.

O ECC está associado à capacidade genética máxima de produção de leite por vacas em lactação, e quando esta é atingida, passa-se a depositar reservas energéticas no corpo do animal na forma tecidual. O NRC (2001) relata que o ECC está relacionado com teores de gordura, proteína e de energia no corpo, responsáveis pelas variações destes em 65%, 52% e 66%, respectivamente.

As digestibilidades aparentes da matéria seca e dos nutrientes (PB, FDN, EE, CNF e NDT) não foram afetadas pelos níveis de BCAD (P>0,05) (Tabela 3). A alta digestibilidade nem sempre implica maior taxa de passagem, mas determina a eficiência de atuação dos

microrganismos e enzimas evitando que os nutrientes sejam excretados em forma fecal. Amanlou et al. (2017), avaliando digestibilidade dos nutrientes em vacas lactantes que utilizavam dieta com teor proteico semelhante ao do presente estudo (160 g.kg<sup>-1</sup> de MS) encontraram o mesmo resultado para a digestibilidade da MS observado neste trabalho (64,4 %). Porém resultados inferiores foram encontrados pelo mesmo autor em relação à PB e FDN, 69,2% e 49,4%, respectivamente, indicando que mesmo que os níveis de BCAD não apresentassem diferenças significativas entre si, o valor mínimo de +237 mEq.kg<sup>-1</sup> da MS foi suficiente para promover melhorias na digestibilidade desses nutrientes.

**Tabela 3.** Digestibilidade aparente e análise marginal da produção de vacas lactantes em pastagem tropical submetidas a níveis de balanço cátion-aniônico da dieta

Item	Nível de BCAD					CV (%)	ER	R <sup>2</sup>
	+237	+258	+294	+347	+419			
Digestibilidade aparente								
DMS <sup>1</sup>	64,1	63,4	64,9	66,3	64,6	3,66	Ŷ = 64,6	---
DPB <sup>2</sup>	75,0	72,6	74,1	75,3	73,6	3,66	Ŷ = 74,1	---
DFDN <sup>3</sup>	57,6	57,2	58,8	60,7	58,2	4,49	Ŷ = 58,5	---
DEE <sup>4</sup>	25,3	17,3	22,5	30,0	23,5	28,4	Ŷ = 23,8	---
DCNF <sup>5</sup>	84,5	84,5	85,8	85,0	85,6	4,57	Ŷ = 85,1	---
NDT <sup>6</sup>	65,5	64,4	66,2	67,8	65,7	3,35	Ŷ = 65,9	---
Custos								
CTV <sup>7</sup>	3,23	3,10	3,22	3,48	3,17	29,25	Ŷ = 3,24	---
CC <sup>8</sup>	4,20	4,58	5,02	5,41	5,85	11,67	Ŷ = 5,01	---
CTA <sup>9</sup>	7,43	7,68	8,24	8,89	9,02	11,17	Ŷ = 8,25	---
Indicadores econômicos								
RBVL <sup>10</sup>	12,86	12,98	12,33	12,92	12,54	27,21	Ŷ = 12,73	---
RMCA <sup>11</sup>	5,43	3,79	4,09	4,04	2,09	139,79	Ŷ = 3,89	---
TRM <sup>12</sup>	0	-161,06	-188,97	-143,74	-175,85	-207,44	Ŷ = -167,40	---

<sup>1</sup>Digestibilidade aparente da matéria seca (%), <sup>2</sup>Digestibilidade aparente da proteína bruta (%), <sup>3</sup>Digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro (%), <sup>4</sup>Digestibilidade aparente do extrato etéreo (%), <sup>5</sup>Digestibilidade aparente dos carboidratos não fibrosos (%), <sup>6</sup>Nutrientes digestíveis totais (%), <sup>7</sup>Custo total com volumoso (R\$.dia<sup>-1</sup>); <sup>8</sup>Custo total com concentrado (R\$.dia<sup>-1</sup>); <sup>9</sup>Custo total com alimentação (R\$.dia<sup>-1</sup>); <sup>10</sup>Receita bruta com a venda do leite (R\$.dia<sup>-1</sup>); <sup>11</sup>Receita menos custo com alimentação (R\$.dia<sup>-1</sup>); <sup>12</sup>Taxa de retorno marginal (%).

Os níveis de BCAD fornecidos via suplemento provavelmente não influenciaram o pH ruminal de forma tão expressiva, por ele estar fracionado pelo período da manhã e tarde, permitindo uma limitação de ingestão do concentrado em um curto espaço de tempo, evitando elevados picos de concentração de AGV e mantendo estabilidade ruminal.



Contudo, estudos de meta-análise realizados por Iwaniuk & Erdman (2015), em que avaliaram a digestibilidade em uma faixa de BCAD (13 a 436 mEq.kg<sup>-1</sup>), verificaram que o aumento do BCAD resultou na elevação da digestibilidade da MS (67,5 para 70,5), com um aumento de 0,73 unidade percentual para cada 100 mEq.kg<sup>-1</sup> de aumento na BCAD. Os trabalhos utilizados por esses autores informam que os animais submetidos aos níveis de BCAD receberam suplemento concentrado *ad libitum*, mas os dados não informam valores de consumo de matéria seca.

Os custos totais com volumoso (CTV), concentrado (CC) e alimentação (CTA) apresentaram médias de R\$ 3,24; 5,01 e 8,45, respectivamente, que não sofreram efeitos significativos ( $P>0,05$ ), por estarem diretamente relacionadas com o consumo diário, pois os custos com os ingredientes foram fixos, exceto com a manipulação do BCAD por meio do bicarbonato de sódio que apresentou variações numéricas de R\$ 0,17 para cada 100 mEq.kg<sup>-1</sup> de aumento do BCAD. O custo do concentrado por tratamento por dia foi R\$ 4,20, 4,58, 5,02, 5,41 e 5,85, respectivamente, que se avaliado em termo de escala pode-se observar o grande impacto que o bicarbonato de sódio possui no sistema de alimentação na pecuária leiteira, uma vez que esses valores foram calculados com base no preço da região nordeste, sendo R\$ 2,20 por kg.

Não foi observado efeito significativo ( $P>0,05$ ) para a receita bruta com a venda do leite (RBVL), apresentando média de R\$ 12,69, sendo pago o valor fixo de R\$ 1,10 por litro de leite. Não houve efeitos significativos para a margem bruta (receita menos custo com alimentação - RMCA), apresentando média de R\$ 3,88 por dia. Em ambos os casos, a ausência de efeitos significativos ocorreu em detrimento da inexistência de alterações na produção de leite, sendo o principal responsável pela variação das receitas. Porém, em vacas com altas produções e com consumo de concentrado elevado de ração, pode haver resultados diferentes por permitir a elevação da taxa de lotação.

A taxa de retorno marginal (TRM) não apresentou diferenças significativas ( $P>0,05$ ). A TRM representa a diferença obtida com o incremento no retorno em porcentagem do custo total adicional (EVANS, 2005). Apesar de não ter havido efeitos significativos entre os tratamentos, pode-se observar que os tratamentos apresentaram valores negativos, trazendo prejuízo ao sistema e colocando em evidência o tratamento +237 (ausência de bicarbonato de sódio) por apresentar mais atratividade.

Segundo Vasconcellos e Oliveira (2000), não se deve considerar a eficiência da produção apenas em termos técnicos, é preciso torná-la eficiente também em termos econômicos, ou seja, que suas atividades sejam realizadas a custo mínimo. Ambos os conceitos, técnicos e econômicos, consideram o custo de produção como o gasto necessário na geração do produto, mas o conceito econômico toma por preço o assim chamado custo de oportunidade desses fatores.

Observa-se que a relação de troca é de R\$ 1,66 para cada R\$ 1,00 investido, sendo considerado um valor baixo, uma vez que não foram considerados outros custos como vacinação, mão de obra, depreciação, o que ainda poderia diminuir a relação de troca. Possivelmente, um fator que poderia contribuir de forma positiva seria o aumento da taxa de lotação e o reajuste da dieta para a produção de leite de 10 kg.dia<sup>-1</sup>, pois a dieta utilizada no presente estudo foi formulada para a produção de 15 kg de leite por dia, com a finalidade de promover o efeito substitutivo da forragem e estimular a máxima produção de leite pelas vacas.

O presente estudo apresentou média de produção de leite de 106 kg.dia<sup>-1</sup>, e Arêdes et al. (2006) verificaram que a média do custo total das propriedades com produção superior a 300 L.dia<sup>-1</sup> é 1% menor do que a das propriedades que têm produção inferior ao valor citado, constatando que analisar o custo e verificar a existência de economia de escala na atividade leiteira é um fator condicionante de competitividade, uma vez que a elevação do volume de produção implicaria custos de produção decrescentes.

#### **4. Conclusão**

A produção por vacas lactantes com níveis de até 38% de suplementação concentrada em dietas com forragem tropical como fonte fibrosa não sofreu variações por causa dos níveis de BCAD.

Portanto, em boas condições de pastagem, disponibilidade e qualidade associada às fases de lactação das vacas, todas as dietas se apresentaram eficientes na produção de leite, consumo de matéria seca, digestibilidade, e também em termos econômicos e de manejo.

A utilização do nível de BCAD mais atrativo foi de  $+237 \text{ mEq.kg}^{-1}$  de MS, que pode ser obtido sem a inserção do bicarbonato de sódio entre os ingredientes do concentrado.

## 5. Referências bibliográficas

- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**, 16th Ed. AOAC Int., Arlington, VA, 1997.
- AMANLOU, H.; FARAHANI, T.A.; FARSUNI, N.E. Effects of rumen undegradable protein supplementation on productive performance and indicators of protein and energy metabolism in Holstein fresh cows. **Journal of Dairy Science**, v.100, p.1-13, 2017.
- ARÊDES, A.; SILVEIRA, S.F.R.; LIMA, A.A.T.F.C.; ARÊDES, A.F.; PIRES, S.V. Análise de custos na pecuária leiteira: um estudo de caso das propriedades assistidas pelo programa de desenvolvimento da pecuária leiteira da região de Viçosa. **Custos & Agronegócios**, v.2, ISSN 1808-2882, 2006.
- BARBOSA, R.S.; FISCHER, V.; RIBEIRO, M.E.R.; ZANELA, M.B.; STUMPF, M.T.; KOLLING, G.J.; SCHAFHAUSER JUNIOR, J.; BARROS, L.E.; EGITO, A.S. Electrophoretic characterization of proteins and milk stability of cows submitted to feeding restriction. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.621-628, 2012.
- CAMPBELL, A.G. Grazed pastures parameters: I. Pasture dry matter production and availability in a stocking rate and grazing management experiment with dairy cows. **Journal of Agricultural Science**, v.67, p.211-216, 1966.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, J.C.; HENRIQUES, L.T.; FREITAS, S.G.; PAULINO, M.F. 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, p.335-342, 2008.
- EDMONSON, A.J.; LEAN, I.J.; WEAVER, L.D.; FARVER, T.; WEBSTER, G. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.72, p.68-78, 1989.
- EVANS, E.A. **Análisis marginal: un procedimiento económico para seleccionar tecnologías o prácticas alternativas**. 2005. <<http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/FE/FE57300.pdf>> (05/05/2013).
- GARDNER, A.L. **Técnicas de pesquisa em pastagem e aplicabilidade de resultados em sistema de produção**. IICA/EMBRAPA, CNPGL, p.197, 1986.

- HALL, M.B. Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen. **University of Florida**, v.339, 2000, 25p.
- HARRISON, J.; WHITE, R.; KINCAID, R.; BLOCK, E. Effectiveness of potassium carbonate sesquihydrate to increase dietary cation anion difference in early lactation cows. **Journal of Dairy Science**, v.95, p.3919-3925, 2012.
- HEDQVIST, H.; UDEN, P. Measurement of soluble protein degradation in the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, v.126, p.1-21, 2006.
- HU, W.; M.R. MURPHY; P.D. CONSTABLE; E. BLOCK. Dietary cation-anion difference and dietary protein effects on performance and acid-base status of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.3355-3366, 2007.
- IWANIUK, M.E.; ERDMAN, R.A. Intake, milk production, ruminal, and feed efficiency responses to dietary cation-anion difference by lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.98, p.8973-8985, 2015.
- JOHNSON, A.D. Sample preparation and chemical analysis of vegetation. In: t'MANNETJE, L. (Ed.). **Measurement of grassland vegetation and animal production**. Aberystwyth: Commonwealth Agricultural Bureaux, p.96-102, 1978.
- KHELIL-ARFA, H.; FAVERDIN, P.; BOUDON, A. Effect of ambient temperature and sodium bicarbonate supplementation on water and electrolyte balances in dry and lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.97, p.2305-2318, 2014.
- LANZAS, C.; TEDESCHI, L.O.; SEO, S.; FOX, D.G. Evaluation of protein fractionation systems used in formulating rations for dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.507-521, 2007.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- MARQUES, L.T.; FISCHER, V.; ZANELA, M.B.; RIBEIRO, M.E.R.; STUMPF JUNIOR, W.; RODRIGUES, C.M. Milk yield, milk composition and biochemical blood profile of lactating cows supplemented with anionic salt. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1088-1094, 2011.
- MARTINS, C.M.M.R.; ARCARI, M.A.; WELTER, K.C.; NETTO, A.S.; OLIVEIRA, C.A.F.; SANTOS, M.V. Effect of dietary cation-anion difference on performance of

- lactating dairy cows and stability of milk proteins. **Journal of Dairy Science**, v.98, p.1-12, 2015.
- MCMENIMAN, N.P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, SIMPÓSIO SOBRE TÓPICOS ESPECIAIS EM ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.131-168,1997.
- MENDES, F.B.L.; SILVA, F.F.; SILVA, R.R.; CARVALHO, G.G.P.; CARDOSO, E.O.; ROCHA NETO, A.L.; OLIVEIRA, J.S.; COSTA, L.T.; SANTANA JUNIOR, H.A.; PINHEIRO, A.A. Avaliação do comportamento ingestivo de vacas leiteiras em pastejo de *Brachiaria brizantha* recebendo diferentes teores de concentrado na dieta. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, p.2977-2990, 2013.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. Washington: National Research Council, 7.Ed., 2001. 381p.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica?. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SIMFOR, p.359-392, 2006.
- SILVA, F.F.; SÁ, J.F.; SCHIO, A.R.; ÍTAVO, L.C.V.; SILVA, R.R.; MATEUS, R.G. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.371-389, 2009.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.
- TYRRELL, H.F.; REID, J.J. Prediction of the energy value of cow's milk. **Journal of Dairy Science**, v.48, p.1215-1223, 1965.
- VAN AMBURGH, M.E.; COLLAO-SAENZ, E.A.; HIGGS, R.J.; ROSS, D.A.; RECKTENWALD, E.B.; RAFFRENATO, E.; CHASE, L.E.; OVERTON, T.R.; MILLS, J.K.; FOSKOLOS, A. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System: Updates to the model and evaluation of version 6.5. **Journal of Dairy Science**, v.98, p.6361-6380, 2015.
- VASCONCELLOS, M.A.S.; OLIVEIRA, R.G.; **Manual de microeconomia**. 2. ed. São Paulo: Atlas. 2000. 304p.

WILM, H.G.; COSTELLO, D.F.; KLIPPLE, G.E. Estimating forage yield by the double sampling method. **Journal of American Society of Agronomy**, v.36, p.194-203, 1994.

### **Capítulo 3 - Metabolismo de nitrogênio em vacas lactantes alimentadas com níveis de balanço cátion-aniônicos da dieta em pastagem tropical**

#### **RESUMO**

Objetivou-se avaliar o metabolismo de nitrogênio em vacas lactantes em pastagem tropical recebendo níveis de BCAD na dieta. Utilizaram-se 10 vacas lactantes  $\frac{3}{4}$  Holandês x  $\frac{1}{4}$  Gir Leiteiro, no terço médio de lactação, com idade média de  $70 \pm 4,6$  meses e peso corporal médio de  $400 \pm 55,2$  kg. Esses animais foram distribuídos em cinco tratamentos, em delineamento experimental de quadrado latino  $5 \times 5$ , com dois quadrados simultâneos. Os tratamentos foram constituídos de níveis de balanço catiônico da dieta: +237 – Dieta com BCAD de +237 mEq na MS; +258 – Dieta com BCAD de +258 mEq na MS; +295 – Dieta com BCAD de +294 mEq na MS; +347 – Dieta com BCAD de +347 mEq na MS; +419 – Dieta com BCAD de +419 mEq na MS. Os resultados foram analisados estatisticamente por meio de análises de variância e regressão a 0,95 de probabilidade com o auxílio do programa SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (versão 9.0). Não foram observados efeitos significativos da ureia, nitrogênio e balanço de nitrogênio em vacas alimentadas com níveis de BCAD em pastagem tropical ( $P > 0,05$ ). A excreção diária de derivados de purina não apresentou diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) por causa dos níveis de BCAD aos quais as vacas lactantes foram submetidas, assim como observado nas excreções de urina e leite. A síntese diária de proteína microbiana não apresentou efeito significativo ( $P > 0,05$ ) com os níveis de balanço cátion-aniônico nas dietas. As dietas e manejos adotados resultaram em alta concentração de nitrogênio excretado e retido, sugerindo uma diminuição na concentração de nitrogênio na formulação da dieta, sem afetar negativamente o desempenho, podendo diminuir custos e evitar problemas ambientais.

**Palavras-chave:** balanço eletrolítico, bovino leiteiro, nitrogênio, proteína, ureia



### **Chapter 3 - Nitrogen metabolism in lactating dairy cows fed levels of dietary anionic cation in tropical pasture**

#### **ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the nitrogen metabolism in lactating cows in tropical pasture, receiving levels of DCAD in the diet. Were used ten lactating cows  $\frac{3}{4}$  Dutch  $\pm \frac{1}{4}$  Gyr in the middle third of lactation, with mean age of  $70 \pm 4.6$  months and average body weight of  $400 \pm 55.2$  kg. These animals were distributed in five treatments, in an experimental design Square Latin 5x5, with two simultaneous squares. The treatments were constituted of cationic balance levels of the diet: +237 - Diet with DCAD of + 237 mEq in DM; +258 - Diet with DCAD of +258 mEq in DM; +294 - Diet with DCAD of +294 mEq in DM; +347 - Diet with DCAD of +347 mEq in DM; +419 - Diet with DCAD of +419 mEq in DM. The results were analyzed statistically by analysis of variance and regression to 0,95 of probability with the aid of the program SAEG - System of Statistical and Genetic Analysis (version 9.0). No significant effects of urea, nitrogen, and nitrogen balance were observed in cows fed levels of DCAD in tropical pasture ( $P>0.05$ ). The daily excretion of purine derivatives did not show significant differences ( $P>0.05$ ) through the levels of DCAD in which lactating cows were submitted, as well as observed in urine and milk excretions. The daily synthesis of microbial protein had no significant effect ( $P>0.05$ ) with the levels of anionic cation swings in the diets. The diets and managements adopted resulted in a high concentration of excreted and retained nitrogen, suggesting a decrease in the concentration of nitrogen in the formulation without negatively affecting the performance, being able to reduce costs and avoid environmental problems.

**Keywords:** electrolytic balance, dairy cattle, nitrogen, protein, urea

## 1. Introdução

As tecnologias alimentares descobertas ao longo do tempo, como o balanço cátion-aniônico (BCAD), devem ser aperfeiçoadas para maximizar a produção animal atendendo exigências de energia e proteína de forma mais eficiente. Assim, o metabolismo de nitrogênio torna-se uma importante ferramenta para avaliar o uso de aditivos em dietas, uma vez que a proteína microbiana (Pmic) é a principal fonte de aminoácidos para ruminantes.

O balanço cátion-aniônico na dieta (BCAD em  $\text{mEq.kg}^{-1}$  de MS) é usado para avaliar o equilíbrio de íons fortes (Na, K e Cl) na formulação de dietas para bovinos leiteiros (CATTERTON e ERDMAN, 2016). Newbold et al. (2013) sugerem que a adição de fonte de cátions na concentração do BCAD e alterações nas concentrações de íons no rúmen também podem influenciar na fermentação ruminal e nas respostas de produção, podendo refletir diretamente no metabolismo de nitrogênio.

Evidências apontam para um efeito de conteúdo dietético de PB sobre o metabolismo do N (HUHTANEN et al., 2015), pois partindo do pressuposto de que o BCAD melhora a digestibilidade dos nutrientes (IWANIUK e ERDMAN, 2015), há uma maior concentração de N no rúmen. Contudo, a literatura é escassa em informações que relacionem a utilização de nitrogênio com o BCAD em vacas leiteiras em pastagem tropical.

Considerando que o BCAD afeta a digestibilidade da PB, e conseqüentemente a sua disponibilidade no ambiente ruminal, em trabalhos de meta-análise relatados por Spek et al. (2013b), é demonstrado que há relação entre a concentração de ureia no leite e excreção de N. Porém esses fatores possuem baixa correlação com o teor de PB na dieta, sugerindo que pode haver outros fatores que afetam a excreção de N e que podem apresentar uma certa relevância.

Com isso, objetivou-se avaliar o metabolismo de nitrogênio em vacas lactantes em pastagem tropical recebendo níveis de balanço cátion-aniônico na dieta.

## 2. Material e métodos

### 2.1 Local de estudo e considerações éticas

O Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual do Piauí avaliou e aprovou a pesquisa científica sob o protocolo número 10.918/15. O experimento foi conduzido na Fazenda Rancho Santana, situado em Jequié/BA.

### 2.2 Pastagem: manejo e disponibilidade

O trabalho de campo foi realizado em uma área de dois hectares, dividida em 13 piquetes de aproximadamente 0,15 hectares cada, formada de *Brachiaria brizantha* cultivar MG-5. Foi utilizado um sistema intermitente de piquetes com ocupação de dois dias de pastejo e 24 dias de descanso. A área foi composta de dois centros de descanso para animais, com bebedouro automático, saleiro e sombreamento à vontade.

Utilizou-se um sistema de irrigação no modelo de aspersão fixa em malha com evasão 6 mm/h, sendo regulada para manter a umidade ideal por meio de tensiômetro (Soilcontrol<sup>®</sup>) para a cultivar utilizada. Houve variações na distribuição nos períodos entre a precipitação e irrigação, devido à estacionalidade associada às temperaturas de inverno, que não permitem que forrageiras tropicais se desenvolvam nessa época do ano. O experimento teve duração de 75 dias, divididos em cinco períodos de 15 dias, sendo 10 dias para adaptação dos animais à dieta com variação no BCAD e cinco dias para coletas de dados. Foram coletados os dados de temperatura (termômetro de máxima e mínima com amplitude de -40 a +50°C, Walmur<sup>®</sup>), precipitação (pluviômetro com escala de 0 a 150 mm, Incoterm<sup>®</sup>) e irrigação durante o período experimental (Tabela 1).

A pastagem foi avaliada a cada dois dias consecutivos durante o período de coleta de dados, conforme metodologia descrita por Mc Meniman (1997). E foi determinada a biomassa residual diária, biomassa de forragem e taxa de acúmulo diário, segundo Wilm et al. (1994), Gardner (1986) e Campbell (1966), respectivamente.

Para cálculo da disponibilidade de MS e FDN potencialmente digestível (DMSpd, DFDNpd) foram utilizadas as equações:  $DMSpd = DTMS * MSpd$ . Em que: DMSpd = disponibilidade de MS potencialmente digestível, em kg/ha; DTMS = disponibilidade total de MS, em kg/ha; MSpd = MS potencialmente digestível, em percentual.  $DFDNpd = DTMS * FDNpd$ . Em que: DFDNpd = disponibilidade de FDN potencialmente digestível,

em kg/ha; DTMS = disponibilidade total de MS, em kg/ha; FDNpd = FDN potencialmente digestível, em percentual.

**Tabela 1.** Características climáticas, composição química da pastagem e suplemento no período experimental

Variável	Período					Média
	1°	2°	3°	4°	5°	
Tmín. à sombra (°C)	26,6	18,5	21,1	20,9	20,1	21,4
Tmáx. à sombra (°C)	31,3	27,7	31,1	36,3	31,7	31,6
Tmín. ao sol (°C)	22,3	18,3	19,2	18,4	17,8	19,2
Tmáx. ao sol (°C)	35,1	36,4	35,2	37,4	34,0	35,6
Precipitação (mm)	22,5	2,5	14,0	6,5	4,0	9,9
Irrigação (mm)	107	171	33,0	29,0	91,0	86,0
Composição físico-química do pastejo simulado						
MS <sup>1</sup> (g.kg <sup>-1</sup> )	238	240	205	289	231	241
PB <sup>2</sup> (g.kg <sup>-1</sup> MS)	96,3	158	177	102	144	135
FDNcp <sup>3</sup> (g.kg <sup>-1</sup> MS)	749	742	731	757	742	744
EE <sup>4</sup> (g.kg <sup>-1</sup> MS)	37,2	37,0	43,0	30,7	38,1	37,2
CNF <sup>5</sup> (g.kg <sup>-1</sup> MS)	114	58,7	44,0	108	70,7	78,9
Composição química do suplemento						
MS <sup>1</sup> (g.kg <sup>-1</sup> )	336	330	322	335	342	333
PB <sup>2</sup> (g.kg <sup>-1</sup> MS)	201	201	201	201	201	201
FDNcp <sup>3</sup> (g.kg <sup>-1</sup> MS)	402	402	402	402	402	402
EE <sup>4</sup> (g.kg <sup>-1</sup> MS)	9,70	9,70	9,70	9,70	9,70	9,70
CNF <sup>5</sup> (g.kg <sup>-1</sup> MS)	392	392	392	392	392	392

1° período: 04/05/2014 a 09/05/2014; 2° período: 28/05/2014 a 02/06/2014; 3° período: 12/06/2014 a 17/06/2014; 4° período: 27/06/2014 a 01/07/2014; 5° período: 12/07/2014 a 16/07/2014; Tmín. – temperatura mínima; Tmáx. – temperatura máxima.

<sup>1</sup>Matéria seca; <sup>2</sup>Proteína bruta; <sup>3</sup>Fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína; <sup>4</sup>Extrato etéreo; <sup>5</sup>Carboidratos não fibrosos;

Foi calculada a MS potencialmente digestível (MSpd) da pastagem, conforme descrito por Paulino et al. (2006). A taxa de lotação (TL) foi calculada considerando a unidade animal (UA) como sendo 450 kg de PV. A oferta de forragem (OF) foi calculada de acordo com a seguinte fórmula:  $OF = \{(BRD \cdot \text{área} + TAD \cdot \text{área}) / PC_{\text{total}}\} \cdot 100$ , em que: OF = oferta de forragem, em kg MS/100 kg PV/dia; BRD = biomassa residual total, em kg de MS/ha/dia; TAD = taxa de acúmulo diário, em kg MS/ha/dia; PC = peso corporal total dos animais, em kg/ha.

Foi mensurada a altura da forragem através de uma régua graduada em todos os pontos de coleta da forragem. As amostras do pastejo simulado foram obtidas através da metodologia de Johnson (1978).

Foi encontrado o valor de  $5115 \pm 1192$  kg/ha de disponibilidade de matéria seca;  $3053 \pm 1171$  kg/ha de disponibilidade de matéria seca verde;  $734,8 \pm 8,7$  g.kg<sup>-1</sup> de matéria seca potencialmente digestível;  $3754,55 \pm 856,98$  kg/ha de disponibilidade de matéria seca potencialmente digestível;  $154,49 \pm 54,58$  kg/MS/ha/dia de biomassa residual diária;  $6,06 \pm 1,8$  UA/ha de taxa de lotação;  $58,62 \pm 9,95$  kg/MS/ha/dia de taxa de acúmulo diário;  $7,38 \pm 1,72$  kg/MS/100 kg PC/dia de oferta de forragem;  $42,71 \pm 11,68$  cm altura de forragem; 22,5% de folha; 37,2% de colmo;  $0,62 \pm 0,13$  g/g de relação folha:colmo.

### *2.3 Animais, tratamento, dietas e manejo*

Utilizaram-se 10 vacas lactantes  $\frac{3}{4}$  Holandês x  $\frac{1}{4}$  Gir Leiteiro, no terço médio de lactação, com idade média de  $70 \pm 4,6$  meses e peso corporal médio de  $400 \pm 55,2$  kg. Esses animais foram distribuídos em cinco tratamentos, em delineamento experimental de quadrado latino 5x5, com dois quadrados simultâneos.

Os tratamentos foram constituídos de níveis de balanço catiônico da dieta: +237 – Dieta com BCAD de +237 mEq na MS; +258 – Dieta com BCAD de +258 mEq na MS; +294 – Dieta com BCAD de +294 mEq na MS; +347 – Dieta com BCAD de +347 mEq na MS; +419 – Dieta com BCAD de +419 mEq na MS. Os valores do BCAD nos tratamentos supracitados foram manipulados por meio de níveis de bicarbonato de sódio na dieta: +237 – Dieta com 0% de inclusão do bicarbonato de sódio na MS do suplemento; +258 – Dieta com 0,75% de inclusão do bicarbonato de sódio na MS do suplemento; +294 – Dieta com 1,50% de inclusão do bicarbonato de sódio na MS do suplemento; +347 – Dieta com 2,25% de inclusão do bicarbonato de sódio na MS do suplemento; +419 – Dieta com 3,00% de inclusão do bicarbonato de sódio na MS do suplemento (Tabela 1).

O BCAD foi calculado pela equação:  $BCAD = (Na^+ + K^+) - (Cl^- + S^-)$  mEq.kg<sup>-1</sup> da MS do suplemento. O cálculo do BCAD foi realizado a partir do percentual de sódio, potássio, cloro e enxofre na dieta (NRC, 2001), em miliequivalente (mEq), que é a milésima parte do equivalente, e este, por sua vez, relaciona o peso atômico com a carga do cátion ou ânion.

As vacas foram suplementadas com ração concentrada contendo, por kg: 626,8 g de milho moído, 235,0 g de farelo de soja, 94,0 g de caroço de algodão, 25,1 g sal mineral, 3,1 g de ureia, 0,3 g sulfato de amônia, visando atender às exigências de manutenção e produção de 15 litros de leite a 3,5% gordura (NRC, 2001).

O manejo diário das vacas iniciou-se às cinco horas e trinta minutos, quando retornaram da pastagem para a realização da primeira ordenha, e a segunda ordenha iniciada às 16 horas e trinta minutos. A ordenha foi realizada de forma mecânica (tipo balde ao pé, modelo fila indiana com fosso). O suplemento (Tabela 1) foi fornecido logo após as ordenhas (3kg pela manhã e 2kg à tarde), em cocho tipo meia-bombona com disponibilidade de 100 cm lineares por animal.

#### *2.4 Metabolismo de nitrogênio*

No 15º dia foram realizadas coletas de urina, *spot*, em micção espontânea dos animais, aproximadamente quatro horas após o fornecimento do concentrado da manhã. As amostras foram filtradas em gaze e uma alíquota de 10 mL foi separada e diluída com 40 mL de ácido sulfúrico (0,036 N) (VALADARES et al., 1999), a qual foi destinada à quantificação das concentrações urinárias de ureia, nitrogênio, creatinina, alantoína e ácido úrico.

As concentrações de ureia, creatinina e ácido úrico na urina foram estimadas utilizando-se Kits comerciais (Bioclin). A conversão dos valores de ureia em nitrogênio ureico foi realizada pela multiplicação dos valores pelo fator 0,4667. Os teores urinários de alantoína e ácido úrico foram estimados por intermédio de métodos colorimétricos, conforme especificações de Chen e Gomes (1992), sendo o teor de nitrogênio total estimado pelo método de Kjeldhal (Silva e Queiroz, 2002). O balanço de nitrogênio (N-retido,  $\text{g.d}^{-1}$ ) foi calculado como:  $\text{N-retido} = \text{N ingerido (g)} - \text{N nas fezes (g)} - \text{N na urina (g)}$ .

O volume urinário, contudo, foi estimado a partir da relação entre a excreção de creatinina ( $\text{mg.kg}^{-1} \text{ PC.d}^{-1}$ ) obtida na equação anterior e a concentração média de creatinina ( $\text{mg.dL}^{-1}$ ) nas amostras de urina, *spot*, multiplicando-se pelo respectivo peso vivo do animal. A excreção de purinas totais (PT) foi estimada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretadas na urina. A quantidade de purinas microbianas

absorvidas ( $\text{mmol.d}^{-1}$ ) foi estimada a partir da excreção de purinas totais ( $\text{mmol.d}^{-1}$ ), por meio das equações propostas por Verbic et al. (1990):  $PA = (PT - 0,385 \times PC^{0,75}) / 0,85$ . Em que: PA são as purinas absorvidas ( $\text{mmol.d}^{-1}$ ); e PT corresponde às purinas totais ( $\text{mmol.d}^{-1}$ ); 0,85 = recuperação de purinas absorvidas como derivados de purina na urina; e 0,385 = excreção endógena de derivados de purina na urina (mmol) por unidade de tamanho metabólico.

A produção de nitrogênio microbiano foi calculada a partir da quantidade de purina absorvida, que é estimada a partir da excreção de derivados de purina (DP) total da urina e do leite. A síntese de proteína bruta microbiana foi obtida multiplicando-se o nitrogênio microbiano por 6,25, enquanto a eficiência de síntese de proteína microbiana kg/kg foi determinada pela razão entre a síntese de proteína bruta microbiana e o consumo de nutrientes digestíveis totais.

### *2.5 Análise estatística*

Os resultados foram analisados estatisticamente por meio de análises de variância e regressão a 0,95 de probabilidade com o auxílio do programa SAEG – Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (versão 9.0).

### 3. Resultados e discussão

Não foram observados efeitos significativos da ureia, nitrogênio e balanço de nitrogênio em vacas alimentadas com níveis de BCAD em pastagem tropical ( $P>0,05$ ) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Ureia (mg/dL), nitrogênio ureico na urina e leite (mg/dL), balanço de nitrogênio em gramas por dia (g/dia) e em porcentagem do nitrogênio ingerido (%) de vacas lactantes em pastagem tropical submetidas a níveis de balanço cátion-aniônico da dieta

Item	Nível de BCAD					CV	ER	R <sup>2</sup>
	+237	+258	+294	+347	+419			
Ureia	25,0	27,0	16,7	24,6	27,8	41,6	$\hat{Y} = 24,2$	---
N – ureico urina	152,5	97,7	102,7	125,6	133,4	36,7	$\hat{Y} = 122,4$	---
N – ureico leite	14,6	9,38	10,1	12,2	12,9	36,8	$\hat{Y} = 11,8$	---
Nitrogênio ingerido								
g/dia	300,1	302,6	302,6	318,3	303,6	24,8	$\hat{Y} = 305,4$	---
Nitrogênio nas fezes								
g/dia	85,6	92,8	88,8	88,8	92,8	14,5	$\hat{Y} = 89,8$	---
%	29,8	32,8	31,0	29,4	31,5	31,2	$\hat{Y} = 30,9$	---
Nitrogênio retido								
g/dia	214,5	209,9	213,8	230,0	210,8	34,5	$\hat{Y} = 215,8$	---
%	70,2	67,2	69,1	70,6	68,5	14,0	$\hat{Y} = 69,1$	---
Nitrogênio no leite								
g/dia	66,2	67,5	67,0	70,3	67,9	25,5	$\hat{Y} = 67,8$	---
%	22,1	22,3	22,1	22,0	22,3	2,30	$\hat{Y} = 22,2$	---
Balanço de nitrogênio								
g/dia	177,6	113,3	118,8	142,2	159,9	55,1	$\hat{Y} = 142,4$	---
%	52,3	33,5	35,2	43,1	45,8	40,1	$\hat{Y} = 42,0$	---

CV – Coeficiente de variação (%); ER – Equação de regressão; R<sup>2</sup> – Coeficiente de determinação

Os níveis de balanço cátion-aniônico nas dietas não provocaram interferência no sincronismo entre a proteína e os carboidratos, devido à ausência de efeitos na digestibilidade aparente. A variação nas concentrações do BCAD não foi capaz de promover um aumento na degradação desses nutrientes, discordando com os resultados de Catternon e Erdman (2016) que mostraram que as ingestões de íons fortes demonstram estar altamente associados com a melhoria nas condições ruminais, e consequentemente com a melhoria na eficiência de síntese de Pmic. Mesmos resultados foram observados por



Martins et al. (2015), que relataram redução na concentração de nitrogênio ureico no leite com a diminuição do BCAD.

Spek et al. (2013a), estudando níveis de 3,1 e 13,5 g de Na.kg<sup>-1</sup> de MS, não encontraram diferenças significativas, contudo, foram relatados efeitos significativos quando comparou as concentrações de 116 e 154 g de PB.kg<sup>-1</sup> de MS, sugerindo que a variação do nitrogênio ureico no leite é oriundo do efeito direto da concentração de proteína na dieta. Fatehi et al. (2012) relataram que quando a concentração do nitrogênio ureico está baixa, significa que há uma maior utilização da PB dietética, levando a uma melhor eficiência de utilização de N, contudo resulta em uma relação negativa entre a composição do leite, sendo a concentração de proteína e gordura.

Observou-se nesse estudo que o N retido foi elevado em relação ao N ingerido, podendo ser explicado pelo suposto aumento na digestibilidade ou até mesmo pela intensidade no ciclo da ureia que o BCAD positivo acima de 237 mEq.kg<sup>-1</sup> de MS possa ter proporcionado. Outra possibilidade é que, mesmo que os animais não estivessem passando por restrição alimentar, a alta taxa de absorção de aminoácidos e a baixa concentração de energia nas células teciduais ocasionaram uma alta utilização de aminoácidos como fonte energética no metabolismo pós-absortivo.

Li et al. (2008) trabalhando com baixo, médio e alto BCAD de -265, 151, 224 mEq.kg<sup>-1</sup> de MS, encontraram um efeito linear crescente com valores de 0,15, 0,24, 0,29 g.dia<sup>-1</sup>, respectivamente, sugerindo que dietas com baixo BCAD possuem efeitos negativos na absorção de N.

A excreção diária de derivados de purina não apresentou diferenças significativas ( $P>0,05$ ) em função dos níveis de BCAD aos quais as vacas lactantes foram submetidas (Tabela 3), assim como observado nas excreções de urina e leite (Tabela 2) ( $P>0,05$ ). As excreções dos derivados de purina (ácido úrico na urina, alantoína na urina, alantoína no leite, razão alantoína:derivados de purina, excreção de derivados de purina e purinas microbianas absorvidas) apresentaram médias de 12,8; 122; 6,48; 91,0;141; 126, não gerando diferenças significativas ( $P>0,05$ ) quanto aos níveis de BCAD estudados.

Yu et al. (2002) afirmaram que as excreções de ácido úrico e alantoína podem ser influenciadas pela fonte de proteína dietética, fonte de energia e consumos de MS, NDT e PB. Contudo essas influências não foram observadas neste trabalho, uma vez que os níveis

de BCAD não resultaram em efeitos significativos, apresentando ideal sincronização entre proteína e energia.

**Tabela 3.** Excreção diária de derivados de purinas em mmol de vacas lactantes em pastagem tropical submetidas a níveis de balanço cátion-aniônico da dieta

Item	Nível de BCAD					CV	ER	R <sup>2</sup>
	+237	+258	+294	+347	+419			
Ácido úrico na urina	11,8	11,7	11,6	19,8	8,90	77,9	$\hat{Y} = 12,8$	---
Alantoína na urina	176,1	90,8	123,0	122,7	98,1	39,4	$\hat{Y} = 122,1$	---
Alantoína no leite	6,70	6,39	6,26	6,47	6,58	28,5	$\hat{Y} = 6,48$	---
Razão								
alantoína:derivados de purina*	93,4	89,8	91,1	88,8	91,6	5,14	$\hat{Y} = 91,0$	---
Excreção de derivados de purina	194,6	108,8	140,9	149,0	113,6	37,2	$\hat{Y} = 141,4$	---
Purinas microbianas absorvidas	169,5	103,2	124,0	132,5	100,0	57,3	$\hat{Y} = 126,8$	---

\*Porcentagem (%), CV – Coeficiente de variação (%); ER – Equação de regressão; R<sup>2</sup> – Coeficiente de determinação

Chizzotti et al. (2006) relataram que a excreção de alantoína pode estar relacionada ao peso corporal dos animais e, conseqüentemente, ao consumo, logo os animais que consomem mais apresentam maior síntese ruminal de microrganismos, como resultado do maior suprimento de substratos fermentáveis. Contudo, Van Soest (1994) relata que aumentos na ingestão proporcionam maior escape de microrganismos para o duodeno, porém no presente estudo, o BCAD não proporcionou variações no consumo.

Aguiar et al. (2015), ao avaliarem níveis de inclusão de palma de 0 a 600 g.dia<sup>-1</sup>, relataram o nível de 134,64 g.d<sup>-1</sup> de palma para obter a máxima excreção de purinas de 167,48 mmol.dia<sup>-1</sup>, o que, segundo os autores, atingiu o máximo de aproveitamento para a síntese microbiana.

Portanto, o aumento da excreção de derivados de purinas na urina pode ser atribuído a uma maior síntese ruminal de proteína microbiana em uma dieta rica em proteína bruta, o que, segundo Spek et al. (2013a) e Al-Marashdeh et al. (2016), é devido à maior eficácia da síntese de proteína microbiana em proteína verdadeira em comparação com amônia como a fonte de N em PDR. O nível de BCAD até 419 mEq.kg<sup>-1</sup> de MS não alterou (P>0,05) a

quantidade de purinas microbianas absorvidas, mantendo o fornecimento desse nutriente semelhante entre as dietas fornecidas.

A síntese diária de proteína microbiana não apresentou efeito significativo ( $P>0,05$ ) com os níveis de balanços cátion-aniônico nas dietas (Tabela 4).

**Tabela 4.** Síntese diária de proteína microbiana em vacas lactantes em pastagem tropical submetidas a níveis de balanço cátion-aniônico da dieta

Item	Nível de BCAD					CV	ER	R <sup>2</sup>
	+237	+258	+294	+347	+419			
Volume urinário <sup>1</sup>	24,6	13,3	21,3	23,6	17,4	47,0	$\hat{Y} = 20,0$	---
Síntese de Nmic <sup>2</sup>	123	75,1	90,1	96,3	72,7	57,3	$\hat{Y} = 91,5$	---
Síntese de Pmic <sup>3</sup>	770	469	563	602	454	57,3	$\hat{Y} = 572$	---
Epmic/NDT <sup>4</sup>	98,4	55,8	68,8	72,6	61,8	54,3	$\hat{Y} = 71,5$	---
EPmic/PB <sup>5</sup>	385,6	237,5	274,2	301,1	249,1	54,0	$\hat{Y} = 289,5$	---

<sup>1</sup>Síntese de nitrogênio microbiano em litros por dia; <sup>2</sup>Síntese de proteína microbiana em gramas por dia; <sup>3</sup>Gramas por dia; <sup>4</sup>Eficiência de síntese de proteína microbiana por kg de NDT ingerido; <sup>5</sup> Eficiência de síntese de proteína microbiana por kg de PB ingerida.

CV – Coeficiente de variação (%); ER – Equação de regressão; R<sup>2</sup> – Coeficiente de determinação

O aumento do volume urinário está relacionado com a redução da proteína degradável no rúmen da dieta fornecida, o que não foi observado no presente estudo, uma vez que os consumos e digestibilidade dos nutrientes se mantiveram constantes em função dos níveis de BCAD. O mesmo efeito ( $P>0,05$ ) pode ser observado para a síntese de nitrogênio e a de proteína microbiana que são reflexos da ausência de dessincronização entre a degradação dos carboidratos e proteína.

A eficiência de síntese de proteína microbiana em  $g.kg^{-1}$  de NDT e a de PB não foram influenciadas ( $P>0,05$ ) pelos níveis de BCAD. O NRC (2001) informa um valor de 130 g de proteína microbiana por kg de NDT e 1,18 kg de PDR para produzir 1kg de Pmic para máxima eficiência em pastagens temperadas, quando as dietas apresentarem mais de 40% de volumoso.

Entretanto, em condições tropicais, os valores foram relativamente inferiores, apresentando médias de 71,5 e 290 para NDT e PB, respectivamente. Porém o valor corrigido de PB para PDR das dietas utilizadas apresentou média de aproximadamente 0,850 kg para produzir 1kg de Pmic. No presente estudo, foi observada a ingestão máxima de 1,31 kg de PDR, demonstrando que a produção de Pmic foi de 1,54 kg/dia, valor

superior ao preconizado pelo NRC (2001), que é de 0,89 kg de Pmic por dia. O que torna os animais cruzados em condições tropicais mais eficientes que os animais puros em condições temperadas. Esse efeito também pode estar relacionado à alta concentração de nutrientes presentes nas pastagens temperadas ocasionando altas excreções de N.

#### **4. Conclusão**

O balanço cátion-aniônico não provocou efeitos significativos no metabolismo de nitrogênio de vacas lactantes em pastagens tropicais.

A maior eficiência de síntese de proteína microbiana pode ser observada em função da máxima razão alcançada entre energia metabolizável e nitrogênio exigido pelos microrganismos em função a dieta fornecida aos animais.

As dietas e manejos adotados resultaram em alta concentração de nitrogênio excretado e retido, sugerindo uma diminuição na concentração de nitrogênio na formulação da dieta, sem afetar negativamente o desempenho, podendo diminuir custos e evitar problemas ambientais.

## 5. Referências bibliográficas

- AGUIAR, M.S.M.A.; SIVA, F.F.; DONATO, S.L.R.; SCHIO, A.R.; SOUZA, D.D.; MENESES, M.A.; LÉDO, A.A. Microbial protein synthesis and concentration of urea in dairy heifers fed diets with cactus forage *Opuntia*. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, p.999-1012, 2015.
- AL-MARASHDEH, O.; GREGORINI, P.; EDWARDS, G.R. Effect of time of maize silage supplementation on herbage intake, milk production, and nitrogen excretion of grazing dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.99, p.1-10, 2016.
- CAMPBELL, A.G. Grazed pastures parameters: I. Pasture dry matter production and availability in a stocking rate and grazing management experiment with dairy cows. **Journal of Agricultural Science**, v.67, p.211-216, 1966.
- CATTERTON, T.L.; ERDMAN, R.A. The effect of cation source and dietary cation-anion difference on rumen ion concentrations in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.99, p.1-11, 2016.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - An overview of the technical details. **International Feed Resources Unit, Occasional Publication**. Rowett Research Institute, Bucksburn, Aberdeen, UK, 1992.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; CHIZZOTTI, F.H.M.; J.M.S.; MARCONDES, M.I.; FONSECA, M.A. Consumo, digestibilidade e excreção de ureia e derivados de purinas em novilhas de diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1813-1821, 2006.
- FATEHI, F.; ZALI, A.; HONARVAR, M.; DEGHAN-BANADAKY, M.; YOUNG, A.J.; GHIASVAND, M.; EFTEKHARI, M. Review of the relationship between milk urea nitrogen and days in milk, parity, and monthly temperature mean in Iranian Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.95, p.5156-5163, 2012.
- GARDNER, A.L. **Técnicas de pesquisa em pastagem e aplicabilidade de resultados em sistema de produção**. IICA/EMBRAPA, CNPGL, p.197, 1986.
- HUHTANEN, P.; CABEZAS-GARCIA, E.H.; KRIZSAN, S.J.; SHINGFIELD, K.J. Evaluation of between-cow variation in milk urea and rumen ammonia nitrogen

- concentrations and the association with nitrogen utilization and diet digestibility in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.98, p.3182-3196, 2015.
- IWANIUK; M.E.; ERDMAN, R.A. Intake, milk production, ruminal, and feed efficiency responses to dietary cation-anion difference by lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.98, p.1-13, 2015.
- JOHNSON, A.D. Sample preparation and chemical analysis of vegetation. In: t'MANNETJE, L. (Ed.). **Measurement of grassland vegetation and animal production**. Aberystwyth: Commonwealth Agricultural Bureaux, p.96-102, 1978.
- LI, F.C.; LIU, H.F.; WANG, Z.H. Effects of dietary cation–anion difference on calcium, nitrogen metabolism and relative blood traits of dry Holstein cows. **Animal Feed Science and Technology**, v.142, p.185-191, 2008.
- MARTINS, C.M.M.R.; ARCARI, M.A.; WELTER, K.C.; NETTO, A.S.; OLIVEIRA, C.A.F.; SANTOS, M.V. Effect of dietary cation-anion difference on performance of lactating dairy cows and stability of milk proteins. **Journal of Dairy Science**, v.98, p.1-12, 2015.
- MCMENIMAN, N.P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, SIMPÓSIO SOBRE TÓPICOS ESPECIAIS EM ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.131-168,1997.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. Washington: National Research Council, 7.Ed., 2001. 381p.
- NEWBOLD, C.J.; WALLACE, R.J.; WALKER-BAX, N.D. Potentiation by metal ions of the efficacy of the ionophores, monensin and tetronasin, towards four species of ruminal bacteria. **FEMS Microbiology Letter**. v.338, p.161-167, 2013.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica?. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SIMFOR, p.359-392, 2006.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.
- SPEK, J.W.; BANNINK, A.; GORT, G.; HENDRIKS, W.H.; DIJKSTRA, J. Interaction between dietary content of protein and sodium chloride on milk urea concentration,

- urinary urea excretion, renal recycling of urea, and urea transfer to the gastrointestinal tract in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.96, p.5734-5745, 2013a.
- SPEK, J.W.; DIJKSTRA, J.; VAN DUINKERKEN, G.; HENDRIKS, W.H.; BANNINK, A. Prediction of urinary nitrogen and urinary urea nitrogen excretion by lactating dairy cattle in northwestern Europe and North America: A meta-analysis. **Journal of Dairy Science**, v.96, p.4310-4322, 2013b.
- VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S.C.; CLAYTON, M.K. Effect of replacing alfalfa with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.2686-2696, 1999.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. Ed. Ithaca: Cornell, 1994. 476p.
- VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A.; ORSKOV, E.R. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v.114, p.243-248, 1990.
- WILM, H.G.; COSTELLO, D.F.; KLIPPLE, G.E. Estimating forage yield by the double sampling method. **Journal of American Society of Agronomy**, v.36, p.194-203, 1994.
- YU, P.; EGAN, A.R.; BOON-EK, L.; LEURY, B.J. Purine derivative excretion and ruminal microbial yield in growing lambs fed raw and dry roasted legume seeds as protein supplements. **Animal Feed Science and Technology**, v.95, p.33-48, 2002.



## Capítulo 4 - Correlações entre variáveis produtivas, nutricionais e metabólicas de vacas lactantes em pastagem tropical

### RESUMO

Objetivou-se avaliar correlações entre variáveis produtivas, nutricionais e metabólicas de vacas lactantes em pastagem tropical. Foram utilizadas 10 vacas lactantes  $\frac{3}{4}$  Holandês x  $\frac{1}{4}$  Gir Leiteiro, no terço médio de lactação, com idade média de  $70 \pm 4,6$  meses e peso corporal médio de  $400 \pm 55,2$  kg. Estes animais foram suplementados com diferentes rações concentradas à base de milho moído, farelo de soja, caroço de algodão e ureia, com diferentes composições do suplemento, visando promover alterações na resposta animal, possibilitando assim as análises. Os dados foram analisados estatisticamente por meio de correlações lineares de Pearson a 0,95 de probabilidade com o auxílio do programa SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (versão 9.0). Houve correlações positivas entre consumo de matéria seca da forragem (CMSF), matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN) e extrato etéreo (CEE) com digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), proteína bruta (DPB), fibra em detergente neutro (DFDN) e extrato etéreo (DEE) ( $P < 0,05$ ). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) correlacionaram-se positivamente com CMSF, CMS, CPB, CFDN, CEE e CNDT ( $P < 0,05$ ). Houve correlações negativas entre PL e os consumos de MSF, MS, FDN e NDT ( $P < 0,05$ ). Foram observadas ausências de correlações entre PL e os consumos de EE e CNF ( $P > 0,05$ ). Houve ausência de correlação entre a PL,  $PLC^{3,5\%}$ , ECC, GOR, GOR (kg) e PTN e consumo de nutrientes ( $P > 0,05$ ). Houve correlação negativa entre a PTN (kg) e os consumos de FDN, CNF e NDT ( $P < 0,05$ ). Foram observadas correlações negativas entre PL e digestibilidades aparentes da MS, PB, FDN e NDT ( $P < 0,05$ ). Observou-se ausência de correlações entre DPB com  $PLC^{3,5\%}$ , ECC, GOR (kg), PTN e ESD ( $P > 0,05$ ), entre DCNF e a produção e composição do leite ( $P > 0,05$ ), e entre a GOR (kg) e a digestibilidade ( $P > 0,05$ ). Foi observada correlação positiva da digestibilidade aparente da proteína bruta (DPB) com GOR e EST ( $P < 0,05$ ). As correlações altas entre o consumo e digestibilidade dos nutrientes demonstraram que essas variáveis podem ser utilizadas para modelos de predição.

**Palavras-chave:** ácido-base, bovino, concentrado, pasto, relação

## **Chapter 4 - Correlations between productive, nutritional and metabolic variables of lactating cows in tropical pasture**

### **ABSTRACT**

The objective was to evaluate correlations between productive, nutritional and metabolic variables of lactating cows in tropical pasture. Were used ten lactating cows  $\frac{3}{4}$  Holstein x  $\frac{1}{4}$  Gyr in the middle third of lactation, with mean age of  $70 \pm 4.6$  months and mean body weight of  $400 \pm 55.2$  kg. These animals were supplemented with different feed rations based on milled corn, soybean meal, cottonseed and urea, with different supplementation compositions, aiming to promote the animal response, thus enabling analysis. Data were analyzed statistically by means of Pearson's linear correlations at 0.95 probability using the SAEG - Statistical and Genetic Analysis System (version 9.0). There were positive correlations between forage dry matter (FDMI), dry matter (DMI), crude protein (CPI), neutral detergent fiber (NDFI) and ethereal extract (EEI) with apparent dry matter digestibility (DMD) neutral detergent fiber (NDFD) and ethereal extract (EED) ( $P < 0.05$ ). Total digestible nutrients (TDN) correlated positively with DMIF, DMI, CPI, NDFI, EEI and TNDI ( $P < 0.05$ ). There were negative correlations between MP and DMF, DM, NDF and TDN intakes ( $P < 0.05$ ). Absences of correlations between MP and EE and FNC intakes were observed ( $P > 0.05$ ). The absence of correlation between MP,  $CMP^{3.5\%}$ , BCS, FAT, FAT (kg) and PTN and nutrient consumption ( $P > 0.05$ ). The negative correlation between a PTN (kg) and the intakes of NDF, FNC and TDN ( $P < 0.05$ ). Negative correlations were observed between MP and apparent digestibilities of DM, CP, NDF and TDN ( $P < 0.05$ ). There was no correlation between PWD and POD ( $P > 0.05$ ), between CPN and FAT (kg). Was observed positive correlation of crude protein digestibility (CPD) with FAT and TDE ( $P < 0.05$ ). As high correlations between intake and digestibility of nutrients have shown that variable variables can be used for prediction models.

**Keywords:** acid-base, beef, concentrated, pasture, relationship

## 1. Introdução

Ao longo dos anos, a nutrição animal tem sido aprimorada através dos estudos que vêm sendo realizados a fim de compreender a influência na produção e seus processos metabólicos.

O conhecimento sobre o consumo e a digestibilidade dos nutrientes presentes nas dietas pode auxiliar na determinação de quais alimentos podem ser utilizados em conjunto, buscando alcançar a interação positiva e atingir as exigências nutricionais de maneira adequada além de propiciar a redução do custo da alimentação (GERON et al., 2012).

Segundo o NRC (2001), há um conflito em relação ao fato de o consumo ser influenciado pela produção de leite ou a produção de leite ser influenciada pelo consumo. De acordo com Mertens (1987), o consumo é influenciado pela produção de leite, pela teoria da regulação do consumo de energia, ou seja, os animais consomem de acordo a exigência energética, sendo este o fator limitante da produção leiteira.

Além disso, dietas formuladas com forragens de alta qualidade aumentam a produção de gordura e de leite em vacas leiteiras, enquanto as de baixa qualidade contendo menos nutrientes resultam na redução da produção de leite e na diminuição da síntese de gordura do leite (ZHU et al., 2013).

O estudo de correlações lineares pode contribuir significativamente para a compreensão de variáveis que interferem na nutrição e produção dos animais em pastagens, além de representar grande probabilidade de inserir estas variáveis em modelos matemáticos de predição de consumo, digestibilidade, composição e produção de leite. Dias et al. (2015) afirmam que, apesar das variáveis não estarem todas relacionadas, é possível identificar aquelas que podem ser altamente correlacionadas, podendo gerar subsídios para a criação de modelos que possam estimar corretamente as variáveis sem necessidade de técnicas invasivas.

Objetivou-se avaliar as correlações entre variáveis produtivas, nutricionais e metabólicas de vacas lactantes em pastagem tropical.

## **2. Material e métodos**

### *2.1 Local de estudo e considerações éticas*

O Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual do Piauí avaliou e aprovou sob o protocolo número 10.918/15. O experimento foi conduzido na Fazenda Rancho Santana, situado em Jequié/BA.

### *2.2 Pastagem: área e manejo*

O trabalho de campo foi realizado numa área de dois hectares, dividida em 13 piquetes de aproximadamente 0,15 hectares cada, formada de *Brachiaria brizantha* cultivar MG-5. Foi utilizado o sistema intermitente de piquetes com dois dias de ocupação e 24 dias de descanso. A área foi composta de dois centros de descanso dos animais, composta com bebedouro automático, saleiro e sombreamento à vontade.

### *2.3 Animais e manejo*

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 50 repetições, sendo cada repetição composta por uma vaca lactante  $\frac{3}{4}$  Holandês x  $\frac{1}{4}$  Gir Leiteiro, no terço médio de lactação, com idade média de  $70 \pm 4,6$  meses e peso corporal médio de  $400 \pm 55,2$  kg. Estes animais foram suplementados com ração concentrada à base de milho moído, farelo de soja, caroço de algodão e ureia, com diferentes composições do suplemento, visando promover alterações (Tabela 1) na resposta animal, possibilitando assim as análises.

O manejo diário das vacas começou às cinco horas e trinta minutos, quando retornaram da pastagem para a realização da primeira ordenha, e a segunda ordenha foi iniciada às 16 horas e trinta minutos. A ordenha foi realizada de forma mecânica (tipo balde ao pé, modelo fila indiana com fosso). O suplemento foi fornecido logo após as ordenhas, em cocho tipo meia-bombona com disponibilidade de 100 cm lineares por animal. O experimento teve duração de 75 dias, divididos em cinco períodos de 15 dias, sendo 10 dias para adaptação dos animais às dietas experimentais e cinco dias para coleta de dados.

**Tabela 1.** Valores médios das variáveis produtivas, nutricionais e metabólicas de vacas lactantes em pastagem tropical

Item	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
CMS <sup>1</sup>	11,7	1,84	8,01	15,1
CMSF <sup>2</sup>	7,22	1,83	3,61	10,7
CPB <sup>3</sup>	1,91	0,43	1,23	2,79
CFDN <sup>4</sup>	7,15	1,34	4,47	9,58
CEE <sup>5</sup>	0,31	0,08	0,18	0,50
CCNF <sup>6</sup>	1,92	0,16	1,73	2,31
CNDT <sup>7</sup>	7,81	1,81	4,15	11,4
DMS <sup>8</sup>	64,6	6,85	48,8	73,2
DPB <sup>9</sup>	69,1	8,89	49,2	77,7
DFDN <sup>10</sup>	58,5	9,63	37,8	70,1
DEE <sup>11</sup>	23,7	9,63	4,27	50,2
DCNF <sup>12</sup>	85,1	3,32	78,7	91,6
NDT <sup>13</sup>	66,2	6,30	51,8	75,4
PL <sup>14</sup>	11,4	2,57	6,55	17,3
PLC <sup>3,5%15</sup>	13,3	2,94	8,31	19,6
ECC <sup>16</sup>	-0,04	0,29	-0,05	0,05
GOR <sup>17</sup>	4,63	0,71	2,77	5,93
GOR (kg) <sup>18</sup>	0,52	0,13	0,34	0,76
PTN <sup>19</sup>	3,54	0,08	3,43	3,70
PTN (kg) <sup>20</sup>	0,40	0,09	0,23	0,60
ESD <sup>21</sup>	9,36	0,20	9,09	9,82
EST <sup>22</sup>	14,0	0,75	12,0	15,3

<sup>1</sup>Consumo de matéria seca (kg/dia); <sup>2</sup>Consumo de matéria seca da forragem (kg/dia); <sup>3</sup>Consumo de proteína bruta (kg/dia); <sup>4</sup>Consumo de fibra em detergente neutro (kg/dia); <sup>5</sup>Consumo de extrato etéreo (kg/dia); <sup>6</sup>Consumo de carboidrato não fibroso (kg/dia); <sup>7</sup>Consumo de nutrientes digestíveis totais (kg/dia); <sup>8</sup>Digestibilidade aparente de matéria seca (%); <sup>9</sup>Digestibilidade aparente de proteína bruta (%); <sup>10</sup>Digestibilidade aparente de fibra em detergente neutro (%); <sup>11</sup>Digestibilidade aparente de extrato etéreo (%); <sup>12</sup>Digestibilidade aparente de carboidrato não fibroso (%); <sup>13</sup>Nutrientes digestíveis totais (%); <sup>14</sup>Produção de leite (kg/dia); <sup>15</sup>Produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (kg/dia); <sup>16</sup>Escore de condição corporal (pontos); <sup>17</sup>Gordura (%); <sup>18</sup>Produção de gordura (kg/dia); <sup>19</sup>Proteína (%); <sup>20</sup>Produção de proteína (kg/dia); <sup>21</sup>Extrato seco desengordurado (%); Extrato seco total (%)

#### 2.4 Digestibilidade e consumo de matéria seca

A digestibilidade aparente e o consumo de matéria seca (CMS) foram estimados a partir da produção fecal, verificada com auxílio de LIPE<sup>®</sup> como indicador externo e da fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno. Para estimar a produção fecal foi utilizado o LIPE<sup>®</sup> (Lignina isolada e purificada de eucalipto) de 500 mg como indicador externo, e fornecido diariamente uma capsula após o fornecimento de concentrado durante sete dias, sendo três dias para adaptação e regulação do fluxo de excreção do marcador e quatro dias para coleta das fezes. As fezes foram coletadas uma vez

ao dia no momento da administração do indicador, diretamente da ampola retal, e armazenadas em câmara fria a -10°C. Para determinação do indicador interno, fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), as amostras da forragem, das fezes e dos concentrados foram incubadas no rúmen de quatro animais fistulados por 240 horas (CASALI et al., 2008), tendo o resíduo sido assumido como indigestível.

O consumo de MS foi obtido através da seguinte equação:  $CMS = \{[(PF * CIFZ) - IS] / CIFR\} + CMSS$ . Em que CMS é o consumo de matéria seca (kg.dia<sup>-1</sup>); PF é a produção fecal (kg.dia<sup>-1</sup>); CIFZ é a concentração do indicador presente nas fezes (kg.kg<sup>-1</sup>); IS é o indicador presente no suplemento (kg.dia<sup>-1</sup>); CIFR é a concentração do indicador presente na forragem (kg.kg<sup>-1</sup>) e o CMSS é o consumo de matéria seca do suplemento (kg.dia<sup>-1</sup>).

As amostras do concentrado, pastejo simulado e das fezes foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada de 55° C por 72 horas. O teor de matéria seca (Protocolo 967,03), nitrogênio total (Protocolo 981,10), matéria mineral (Protocolo, 942,05) e extrato etéreo (Protocolo 942,05) foi determinado de acordo com o método da AOAC (1997). O teor de fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (FDNcp) foi estimado de acordo com Licitra et al. (1996).

Em virtude da presença de ureia, os carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos por intermédio da equação proposta por Hall (2000):  $100 - ([\%PB - \%PB \text{ derivada da ureia} + \% \text{ de ureia}] + \%FDNcp + \%EE + \%Cinza)$ . Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia metabolizável serão obtidos pela equação  $NDT = PBD + FDND + CNFD + (2,25 \times EED)$ , em que PBD, FDND, CNFD e EED significam, respectivamente, consumos de PB, FDN, CNF e EE digestíveis.

### *2.5 Produção, composição de leite e escore de condição corporal*

A produção de leite foi avaliada do 11° ao 14° dia de cada período experimental. O cálculo da produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLc) foi realizado utilizando-se a seguinte fórmula (TYRRELL & REID, 1965):  $PLc = 12,82 * Pgor + 7,13 * Pptn + 0,323 * PL$ , em que: PL = produção de leite, kg.dia<sup>-1</sup>; Pgor = produção de gordura, kg.dia<sup>-1</sup>; e Pptn = produção de proteína, kg.dia<sup>-1</sup>.

O escore de condição corporal das vacas foi mensurado através de avaliação visual realizada por apenas um observador devidamente treinado, utilizando uma escala de 5 pontos (1=magra e 5=gorda) em incrementos de 0,25 unidades (EDMONSON et al., 1989).

Foram coletadas amostras de leite durante a ordenha da manhã e tarde, de modo proporcional à produção de cada turno para formar uma única porção com representação real à produção de leite diária, e foi analisado o teor de gordura, proteína, extrato seco desengordurado e total pelo processo de infravermelho pelo analisador Ekomilk M<sup>®</sup>.

### *2.6 Análise estatística*

Os dados foram analisados estatisticamente por meio de correlações lineares de Pearson a 0,95 de probabilidade com o auxílio do programa SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (versão 9.0).

### 3. Resultados e discussão

Houve correlações positivas entre consumo de matéria seca da forragem (CMSF), matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN) e extrato etéreo (CEE) com digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), proteína bruta (DPB), fibra em detergente neutro (DFDN) e extrato etéreo (DEE) ( $P < 0,05$ ) (Tabela 2). Um maior consumo de MS oriundo da forragem é decorrente de maior digestibilidade dela, ou seja, pelo menor tempo de permanência no trato digestivo em consequência de uma maior colonização e crescimento de microrganismos do rúmen que estarão liberando enzimas para atuarem no processo de digestão dos alimentos.

**Tabela 2.** Correlações entre consumo e digestibilidade aparente por vacas lactantes em pastagem tropical

Item	DMS <sup>1</sup>	DPB <sup>2</sup>	DFDN <sup>3</sup>	DEE <sup>4</sup>	DCNF <sup>5</sup>	NDT <sup>6</sup>
CMSF <sup>7</sup>	0,86 (0,0000)	0,80 (0,0000)	0,89 (0,0000)	0,43 (0,0153)	---	0,88 (0,0000)
CMS <sup>8</sup>	0,87 (0,0000)	0,80 (0,0000)	0,89 (0,0000)	0,44 (0,0146)	---	0,88 (0,0000)
CPB <sup>9</sup>	0,70 (0,0001)	0,75 (0,0000)	0,72 (0,0000)	0,58 (0,0013)	---	0,72 (0,0000)
CFDN <sup>10</sup>	0,87 (0,0000)	0,79 (0,0000)	0,90 (0,0000)	0,41 (0,0214)	---	0,89 (0,0000)
CEE <sup>11</sup>	0,71 (0,0000)	0,74 (0,0000)	0,73 (0,0000)	0,61 (0,0006)	---	0,74 (0,0000)
CCNF <sup>12</sup>	---	---	---	---	---	---
CNDT <sup>13</sup>	0,93 (0,0000)	0,84 (0,0000)	0,94 (0,0000)	0,44 (0,0143)	---	0,94 (0,0000)

<sup>1</sup>Digestibilidade aparente de matéria seca (%); <sup>2</sup>Digestibilidade aparente de proteína bruta (%); <sup>3</sup>Digestibilidade aparente de fibra em detergente neutro (%); <sup>4</sup>Digestibilidade aparente de extrato etéreo (%); <sup>5</sup>Digestibilidade aparente de carboidratos não fibrosos (%); <sup>6</sup>Nutrientes digestíveis totais (%); <sup>7</sup>Consumo de matéria seca da forragem (kg/dia); <sup>8</sup>Consumo de matéria seca (kg/dia); <sup>9</sup>Consumo de proteína bruta (kg/dia); <sup>10</sup>Consumo de fibra em detergente neutro (kg/dia); <sup>11</sup>Consumo de extrato etéreo (kg/dia); <sup>12</sup>Consumo de carboidratos não fibrosos (kg/dia); <sup>13</sup>Consumo de nutrientes digestíveis totais (kg/dia).

Animais mantidos em pastagens normalmente ingerem tamanho de partícula que define a estratificação da digesta ruminal e mantém a consistência adequada do bolo ruminal (CLAUSS et al., 2011), que estimula a atividade de mastigação e a secreção salivar (ZEBELI et al., 2012), resultando na neutralização dos ácidos produzidos durante a fermentação ruminal da dieta ingerida (ALLEN, 1997). Estes processos são críticos para manter condições ótimas de fermentação (ZEBELI et al., 2012), e, ao contrário disso, dietas



que não estimulam adequadamente a mastigação reduzem a produção de saliva, resultando em diminuição do pH ruminal e, conseqüentemente, redução da digestibilidade da fibra, uma vez que o principal constituinte e limitador do consumo da MS da forragem é o FDN. Segundo Cruz et al. (2011), a ingestão e a digestibilidade dos nutrientes podem estar correlacionadas de maneira positiva ou negativa entre si, o que depende da qualidade da dieta, comumente denominados como efeitos associativos.

A principal fonte proteica da dieta utilizada no experimento é proveniente do suplemento e proporciona aporte de nitrogênio, que está associado com o sincronismo entre proteína:energia. Geron et al. (2015) afirmam que a qualidade, quantidade e a digestibilidade das proteínas são importantes, uma vez que essas são indicadores do fornecimento de quantidades significativas de aminoácidos essenciais provenientes da Pmic. Além disso, Kang et al. (2015) relatam que a ingestão de proteína por animais mantidos em pastagens aumenta a digestibilidade total em ruminantes, um fato que tem sido verificado no presente estudo tanto pela presença de ureia como pela qualidade do pasto (135 g.kg<sup>-1</sup> de PB), que ajudou a melhorar a fermentação ruminal e digestibilidade dos nutrientes.

Potts et al. (2017) relataram que animais com maior capacidade digestiva perdem menos energia nas fezes, devido ao fato de o tipo da dieta possuir um alto grau de relação com a população microbiana (HERNANDEZ-SANABRIA et al., 2012; CARBERRY et al., 2012). Portanto, a elevação da entrada de nutrientes no rúmen melhora a capacidade de associação dos microrganismos àquela dieta em condições de pastejo, uma vez que a parede celular pode se tornar um impedimento para que as bactérias utilizem os nutrientes contidos.

A elevação do CEE presente em maior concentração no suplemento, tendo como fonte o caroço de algodão, elevou o carregamento de nutrientes para serem digeridos a nível abomasal, como no caso da proteína e do próprio lipídio. Isso ocorre devido à presença do línter que envolve o grão, dificultando a atuação dos microrganismos. Entretanto, Broderick et al. (2013) atribuíram elevação da ingestão de nutrientes a fatores de limitação química, em que alimentos de menor densidade energética da dieta estimulariam o consumo, e não o aumento da digestibilidade. Contudo, o presente estudo não causaria efeito de limitação

química nos animais devido ao baixo teor de EE presente na forragem e suplemento, 37,2 e 9,70 g.kg<sup>-1</sup> da MS, respectivamente.

Não houve correlações entre consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF) e a digestibilidade dos nutrientes ( $P>0,05$ ). O aumento ou diminuição do consumo dos CNF não interfere na digestibilidade dos nutrientes devido a este não exercer função de fator limitante químico da dieta, por possuir um teor de 162 g.kg<sup>-1</sup> de MS, que é o valor abaixo do que o NRC (2001) relata como sendo máximo para que se possam utilizar aditivos a fim de prevenir distúrbios metabólicos, e aumentar a taxa de passagem.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) correlacionaram-se positivamente com CMSF, CMS, CPB, CFDN, CEE e CNDT ( $P<0,05$ ). A elevação do consumo de nutrientes se dá em função da maior digestibilidade deles, com isso ocorre a elevação da energia em forma de NDT. Pereira et al. (2008) observaram que a ingestão de NDT está relacionada com o consumo dos CNF e outros nutrientes mais digeríveis, como PB e EE, em detrimento da ingestão FDN.

Houve correlações negativas entre PL e os consumos de MSF, MS, FDN e NDT ( $P<0,05$ ) (Tabela 3). Os nutrientes oriundos de forragens necessitam de um tempo mais elevado no trato digestivo para que ocorra uma elevação na digestibilidade e o uso dos nutrientes para a produção de leite, porém, em consequência disso, o consumo de fibra diminui o consumo em detrimento da limitação física. E no caso do consumo de NDT, acarreta excesso de energia disponível no organismo animal e uma dieta desbalanceada.

Foram observadas ausências de correlações entre PL e os consumos de EE e CNF ( $P>0,05$ ). Mesmo com o aumento do aporte energético da dieta com EE e CNF, o consumo de forragem apresenta grandes variações, podendo ocorrer diferentes taxas de passagem desses nutrientes. Houve ausência de correlação entre ECC e o consumo ( $P<0,05$ ), uma vez que a seleção de alimentos de qualidade superior promove um aumento na taxa de passagem dos nutrientes, impedindo a ação dos microrganismos para a síntese e aproveitamento desses nutrientes para a produção de tecidos. Outro fato que pode ter ocorrido é que a maior ingestão da forragem pode ter gerado aumento na exigência de manutenção, seja por atividade ou por elevação do metabolismo em jejum ou mesmo por perdas via CH<sub>4</sub>.

**Tabela 3.** Correlações entre produção e composição do leite com consumo por vacas lactantes em pastagem tropical

Item	CMS <sup>1</sup>	CMSF <sup>2</sup>	CPB <sup>3</sup>	CFDN <sup>4</sup>	CEE <sup>5</sup>	CCNF <sup>6</sup>	CNDT <sup>7</sup>
PL <sup>8</sup>	-0,35 (0,0442)	-0,35 (0,0439)	---	-0,36 (0,0375)	---	---	-0,38 (0,0320)
PLC <sup>3,5%</sup> <sup>9</sup>	---	---	---	---	---	---	---
ECC <sup>10</sup>	---	---	---	---	---	---	---
GOR <sup>11</sup>	---	---	---	---	---	---	---
GOR (kg) <sup>12</sup>	---	---	---	---	---	---	---
PTN <sup>13</sup>	---	---	---	---	---	---	---
PTN (kg) <sup>14</sup>	---	---	---	-0,35 (0,0449)	---	-0,36 (0,0386)	-0,36 (0,0369)
ESD <sup>16</sup>	---	---	---	---	---	---	---
EST <sup>17</sup>	---	---	---	---	---	---	---

<sup>1</sup>Consumo de matéria seca da forragem (kg/dia); <sup>2</sup>Consumo de matéria seca (kg/dia); <sup>3</sup>Consumo de proteína bruta (kg/dia); <sup>4</sup>Consumo de fibra em detergente neutro (kg/dia); <sup>5</sup>Consumo de extrato etéreo (kg/dia); <sup>6</sup>Consumo de carboidratos não fibrosos (kg/dia); <sup>7</sup>Consumo de nutrientes digestíveis totais (kg/dia); <sup>8</sup>Produção de leite (kg/dia); <sup>9</sup>Produção de leite corrigido para 3,5% de gordura (kg/dia); <sup>10</sup>Escore de condição corporal (pontos); <sup>11</sup>Gordura (%); <sup>12</sup>Produção de gordura (kg/dia); <sup>13</sup>Proteína (%); <sup>14</sup>Produção de proteína (kg/dia); <sup>15</sup>Densidade (kg/L); <sup>16</sup>Extrato seco desengordurado (%); <sup>17</sup>Extrato seco total (%).

Houve ausência de correlação entre a PL, PLC<sup>3,5%</sup>, ECC, GOR, GOR (kg) e PTN e consumo de nutrientes (P>0,05). A proporção da entrada de cada nutriente está relacionada com a forma como os microrganismos a assimilam, resultando em reações bioquímicas e fisiológicas diversas. Assim, a ausência pode ser explicada pela provável síntese *do novo* causada pela concentração de acetato e  $\beta$ -hidroxibutirato circulantes, que são captadas pelo epitélio da glândula mamária. Por outro lado, estudos indicam que a energia limita a produção de leite em vacas leiteiras em pastejo (VOLTOLINI et al., 2010; PEREIRA et al., 2009).

A correlação negativa entre a PTN (kg) e os consumos de FDN, CNF e NDT (P<0,05) se deu provavelmente pela inclusão de fonte de gordura proveniente do caroço de algodão. Estudos de Rabiee et al. (2012) e Lopes et al. (2017) mostraram que a gordura dietética, incluída a partir de ingredientes oleaginosos, tem um efeito prejudicial sobre a concentração de proteínas do leite, por resultar em depressão da síntese de proteínas microbianas no rúmen.

Foram observadas correlações negativas entre PL e digestibilidades aparentes da MS, PB, FDN (P<0,05) (Tabela 4). Da mesma forma ocorreu a correlação negativa entre

PLC<sup>3,5%</sup> e DMS e DFDN ( $P < 0,05$ ). O aumento da digestibilidade desses nutrientes em animais em pastejo requer um tempo elevado de retenção dos alimentos dentro do rúmen, devido à incapacidade da dieta com relação volumoso:concentrado de 62:38 liberar substratos em um tempo mais elevado para que os microrganismos possam produzir energia e Pmic para utilização na produção de leite. Além disso, Faciola e Broderick (2014) atribuem a perda de nutrientes no ambiente ruminal por este conter uma microbiota diversificada, como os protozoários que se alimentam de proteínas.

**Tabela 4.** Correlações entre produção e composição de leite e digestibilidade aparente por vacas lactantes em pastagem tropical

Item	DMS <sup>1</sup>	DPB <sup>2</sup>	DFDN <sup>3</sup>	DEE <sup>4</sup>	DCNF <sup>5</sup>	NDT <sup>6</sup>
PL <sup>7</sup>	-0,48 (0,0079)	-0,39 (0,0273)	-0,50 (0,0054)	---	---	-0,45 (0,0118)
PLC <sup>3,5%8</sup>	-0,36 (0,0400)	---	-0,39 (0,0259)	---	---	---
ECC <sup>9</sup>	---	---	---	---	---	---
GOR <sup>10</sup>	---	0,35 (0,0449)	---	---	---	---
GOR (kg) <sup>11</sup>	---	---	---	---	---	---
PTN <sup>12</sup>	---	---	---	---	---	---
PTN (kg) <sup>13</sup>	-0,47 (0,0084)	-0,38 (0,0315)	-0,49 (0,0060)	---	---	-0,45 (0,0126)
ESD <sup>15</sup>	---	---	---	---	---	---
EST <sup>16</sup>	---	0,35 (0,0440)	---	---	---	---

<sup>1</sup>Digestibilidade aparente de matéria seca (%); <sup>2</sup>Digestibilidade aparente de proteína bruta (%); <sup>3</sup>Digestibilidade aparente de fibra em detergente neutro (%); <sup>4</sup>Digestibilidade aparente de extrato etéreo (%); <sup>5</sup>Digestibilidade aparente de carboidratos não fibrosos (%); <sup>6</sup>Nutrientes digestíveis totais (%); <sup>7</sup>Produção de leite (kg/dia); <sup>8</sup>Produção de leite corrigido para 3,5% de gordura (kg/dia); <sup>9</sup>Escore de condição corporal (pontos); <sup>10</sup>Gordura (%); <sup>11</sup>Produção de gordura (kg/dia); <sup>12</sup>Proteína (%); <sup>13</sup>Produção de proteína (kg/dia); <sup>14</sup>Densidade (kg/L); <sup>15</sup>Extrato seco desengordurado (%); <sup>16</sup>Extrato seco total (%).

Observou-se ausência de correlações entre DPB com PLC<sup>3,5%</sup>, ECC, GOR (kg), PTN e ESD ( $P > 0,05$ ), entre DCNF e a produção e composição do leite ( $P > 0,05$ ), e da GOR (kg) com a digestibilidade ( $P > 0,05$ ). Efeitos bilaterais observados com as digestibilidades ocorreram provavelmente devido à estrutura física da pastagem, como proporção de folhas, densidade, ou fatores comportamentais inerentes ao animal.

Foi observada correlação positiva da digestibilidade aparente da proteína bruta (DPB) com GOR e EST ( $P < 0,05$ ). Maior digestibilidade da PB implica maior atuação de

microrganismos, dentre eles os protozoários que impactam negativamente na utilização da proteína. Segundo Faciola & Broderick (2014), uma vez que eles degradam ativamente proteínas, peptídeos, aminoácidos, produzindo elevadas quantidades de amônia ruminal que não são completamente utilizadas, contribuindo com a excreção de N via urina. E a energia remanescente que seria destinada à produção de Pmic é utilizada para síntese de gordura na glândula mamária, elevando a concentração de EST, uma vez que a gordura faz parte da fórmula que a compõe.

A DPB se correlacionou negativamente com a PL e PTN (kg) ( $P < 0,05$ ). Quanto ao NDT, o NRC (2001) recomenda aproximadamente valores de 90 g de PB e 350 g de NDT para produzir um litro de leite. Entretanto, a elevação do NDT diminui a PL e PTN (kg) devido à proteína, que é o principal nutriente limitante na produção de vacas leiteiras. A digestibilidade do EE inibe as bactérias ruminais gram-positivas e estimulam aquelas produtoras de propionato, causando decréscimo na relação acetato:propionato (CHALUPA et al., 1984), desfavorecendo a produção do principal substrato para a síntese de gordura.

#### **4. Conclusão**

As correlações altas entre o consumo e digestibilidade dos nutrientes demonstraram que essas variáveis podem ser utilizadas para modelos de predição.

No entanto, as variáveis que correlacionam produção e composição de leite e consumo, bem como a digestibilidade mostram estar pouco associadas, tornando necessário o aprofundamento de estudos para avaliar quais fatores podem estar associados com eles, a fim de estimá-los através de equações matemáticas.

## 5. Referências bibliográficas

- ALLEN, M.S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1447-1462, 1997.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**, 16th Ed. AOAC Int., Arlington, VA, 1997.
- BRODERICK, G.A.; KERKMAN, T.M.; SULLIVAN, H.M.; DOWD, M.K; FUNK, P.A. Effect of replacing soybean meal protein with protein from upland cottonseed, Pima cottonseed, or extruded Pima cottonseed on production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.96, p.2374-2386, 2013.
- CARBERRY, C.A.; KENNY, D.A.; HAN, S.; MCCABE, M.S.; WATERS, S.M. Effect of phenotypic residual feed intake and dietary forage content on the rumen microbial community of beef cattle. **Applied and Environmental Microbiology**. v.78, p.4949-4958, 2012.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, J.C.; HENRIQUES, L.T.; FREITAS, S.G.; PAULINO, M.F. 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, p.335-342, 2008.
- CHALUPA, W.; RICKABAUGH, B.; HRONFELS, D.S.; SKLAN, D. Rumen fermentation *in vitro* as influenced by long chain fatty acids. **Journal of Dairy Science**, v.67, p.1439-1444, 1984.
- CLAUSS, M.; LECHNER, I.; BARBOZA, P.; COLLINS, W.; TERVOORT, T.A.; SÜDEKUM, K.H.; CODRON, D.; HUMMEL, J. The effect of size and density on the mean retention time of particles in the reticulorumen of cattle (*Bos primigenius. taurus*), muskoxen (*Ovibos moschatus*) and moose (*Alces alces*). **British Journal of Nutrition**. v.105, p.634-644, 2011.
- CRUZ, B.C.C.; SANTOS-CRUZ, C.L.; PIRES, A. J. V.; ROCHA, J.B.; SANTOS, S.; BASTOS, M.P.V. Desempenho, consumo e digestibilidade de cordeiros em confinamento recebendo silagens de capim elefante com diferentes proporções de casca desidratada de maracujá. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, p.1595-1604, 2011.

- FACIOLA, A.P.; BRODERICK, G.A. Effects of feeding lauric acid or coconut oil on ruminal protozoa numbers, fermentation pattern, digestion, omasal nutrient flow, and milk production in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.97, p.5088-5100, 2014.
- GERON, L.J.V.; MEXIA, A.A.; GARCIA, J.; ZEOULA, L.M.; GARCIA, R.R.F.; MOURA, D.C. Desempenho de cordeiros em terminação suplementados com caroço de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e grão de milho moído (*Zea mays* L.). **Archives of Veterinary Science**, v.17, p.34-42, 2012.
- HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. Gainesville: University of Florida, 2000. p.A-25. (Bulletin 339).
- HERNANDEZ-SANABRIA, E.; GOONEWARDENE, L.A.; WANG, Z.; DURUNNA, O.N.; MOORE, S.S.; GUAN, L.L. Impact of feed efficiency and diet on adaptive variations in the bacterial community in the rumen fluid of cattle. **Applied and Environmental Microbiology**, v.78, p.1203-1214, 2012.
- KANG, S.; WANAPT, M.; PHESATCHA, K.; NORRAPOKE, T. Effect of protein level and urea in concentrate mixture on feed intake and rumen fermentation in swamp buffaloes fed rice straw-based diet. **Tropical Animal Health and Production**, v.47, p.671-679, 2015.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- LOPES, J.C.; HARPER, M.T.; GIALLONGO, F.; OH, J.; SMITH, L.; ORTEGA-PEREZ, A.M.; HARPER, S.A.; MELGAR, A.; KNIFFEN, D.M.; FABIN, R.A.; HRISTOV, A.N. Effect of high-oleic-acid soybeans on production performance, milk fatty acid composition, and enteric methane emission in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.100, p.1-14, 2017.
- MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Dairy Science**, v.64, p.1548-1558, 1987.
- National Research Council – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington, DC: National Academic Press. 2001. 381p.
- PEREIRA, D.H.; PEREIRA, O.G.; SILVA, B.C.; LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; GARCIA, R. Nutrient intake and digestibility and ruminal parameters in beef cattle



- fed diets containing *Brachiaria brizantha* silage and concentrate at different ratios. **Animal Feed Science and Technology**, v.140, p.52-66, 2008.
- PEREIRA, F.R.; SATURNINO, H.M.; SALIBA, E.O.S.; GONÇALVES, L.C.; REIS, R.B.; MIRANDA, P.A.B.; MOURÃO, R.C.; SILVETRE, D.T.; CALDEIRA, P.N.S. Protein contents for lactating dairy cows grazing elephant grass. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.61, p.1139-1147, 2009.
- POTTS, S.B.; BOERMAN, J.P.; LOCK, A.L.; ALLEN, M.S.; VANDEHAAR, M.J. Relationship between residual feed intake and digestibility for lactating Holstein cows fed high and low starch diets. **Journal of Dairy Science**, v.100, p.1-14, 2017.
- RABIEE, A.R.; BREINHILD, K.; SCOTT, W.; GOLDBERGER, H.M.; BLOCK, E.; LEAN, I. J. Effect of fat additions to diets of dairy cattle on milk production and components: A meta-analysis and metaregression. **Journal of Dairy Science**, v.95, p.3225-3247, 2012.
- SILVA, R.R.; OLIVEIRA, A.C.; CARVALHO, G.G.P.; SILVA, F.F.; MENDES, F.B.L.; ALMEIDA, V.V.S.; RODRIGUES, L.B.O.; PINHEIRO, A.A.; SILVA, A.P.G.; PRADO, R.M. Correlation between intake and ingestive behavior of confined Holstein-Zebu crossbred heifers. **American Journal of Experimental Agriculture**, v.6, p.15-21, 2015.
- TYRRELL, H.F.; REID, J.J. Prediction of the energy value of cow's milk. **Journal of Dairy Science**, v.48, p.1215-1223, 1965.
- VOLTOLINI, T.V.; SANTOS, F.A.P.; MARTINEZ, J.C.; IMAIZUMI, H.; CLARINDO, R.L.; PENATI, M.A. Milk production and composition of dairy cows grazing elephant grass under two grazing intervals. **Brazilian Journal of Animal Science**, v.39, p.121-127, 2010.
- ZEBELI, Q.; ASCHENBACH, J.R.; TAJAF, M.; BOGUHN, J.; AMETAJ, B.N.; DROCHNER W. Invited review: Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high producing dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.95, p.1041-1056, 2012.
- ZHU W.; FU, Y.; WANG, B.; WANG, C.; YE, J.; WU, Y. Effects of dietary forage sources on rumen microbial protein synthesis and milk performance in early lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.96, p.1727-1734, 2013.

## Capítulo 5 - Correlações entre variáveis produtivas e econômicas em vacas lactantes em pastagem tropical

### RESUMO

Objetivou-se avaliar correlações entre variáveis produtivas e econômicas em vacas lactantes em pastagem tropical. Foram utilizadas 10 vacas lactantes  $\frac{3}{4}$  Holandês x  $\frac{1}{4}$  Gir Leiteiro, no terço médio de lactação, com idade média de  $70 \pm 4,6$  meses e peso corporal médio de  $400 \pm 55,2$  kg. Estes animais foram suplementados com ração concentrada à base de milho moído, farelo de soja, caroço de algodão e ureia, com diferentes composições do suplemento, visando promover alterações na resposta animal e econômica. Os dados foram analisados estatisticamente por meio de correlações lineares de Pearson a 0,95 de probabilidade com o auxílio do programa SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (versão 9.0). Não foram observadas correlações entre gordura e extrato seco total com as variáveis econômicas ( $P > 0,05$ ). Houve correlações negativas entre proteína e extrato seco desengordurado com TRM ( $P < 0,05$ ). O escore de condição corporal correlacionou-se negativamente com RBVL ( $P < 0,05$ ). Não foram observadas correlações entre escore de condição corporal e CVOL, CALI, RMCS e TRM ( $P > 0,05$ ). Houve correlação negativa entre a produção de leite e o CVOL ( $P < 0,05$ ). A produção de leite correlacionou-se positivamente com RBVL e RMCS ( $P < 0,05$ ). A produção de leite não se correlacionou com o CALI e TRM ( $P > 0,05$ ). Houve ausência de correlações entre produção de leite corrigida e CVOL, CALI e TRM ( $P > 0,05$ ). Foram observadas correlações positivas entre produção de leite corrigida com RBVL e RMCS ( $P < 0,05$ ). A produção de gordura ( $\text{kg.dia}^{-1}$ ) e a de proteína ( $\text{kg.dia}^{-1}$ ) não se correlacionaram com CVOL, CALI e TRM ( $P > 0,05$ ). Houve correlações positivas entre produção de gordura ( $\text{kg.dia}^{-1}$ ) com RBVL e RMCS ( $P < 0,05$ ). A receita bruta com a venda do leite e a receita menos custo com alimentação demonstraram estar altamente associadas com as variáveis produtivas. O que permite a possibilidade de estudos mais aprofundados que permitam a elucidação das correlações observadas, a fim de estimar receitas através da produção e composição do leite.

**Palavras-chave:** composição, interação, leite, pasto, relação, ruminante

## **Chapter 5 - Correlations between productive and economic variables in lactating cows in tropical pasture**

### **ABSTRACT**

The objective was to evaluate correlations between productive and economic variables in lactating cows in tropical pasture. Were used ten lactating cows  $\frac{3}{4}$  Holstein x  $\frac{1}{4}$  Gyr, in the middle lactation, with mean age of  $70 \pm 4.6$  months and mean body weight of  $400 \pm 55.2$  kg. These animals were supplemented with concentrated rations based on milled corn, soybean meal, cottonseed and urea, with different compositions of the supplement, aiming to promote changes in animal and economic response. The data were statistically analyzed using Pearson's linear correlation at 0.95 probability using the SAEG - System of Statistical and Genetic Analysis (version 9.0). There were no correlations between fat and total dry extract with the economic variables ( $P>0.05$ ). There were negative correlations between protein and dry extract defatted with MRR ( $P<0.05$ ). The body condition score correlated negatively with GRMS ( $P<0.05$ ). There were no correlations between body condition score and CFOR, CFOO, RLCS and MRR ( $P>0.05$ ). There was a negative correlation between the milk production and the CFOR ( $P<0.05$ ). Milk production correlated positively with GRMS and RLCS ( $P<0.05$ ). Milk production did not correlate with CFOO and MRR ( $P>0.05$ ). There was no correlation between corrected milk production and CFOR, CFOO and MRR ( $P>0.05$ ). Positive correlations were observed between milk production corrected with GRMS and RMCS ( $P < 0.05$ ). The production of fat (kg.day<sup>-1</sup>) and protein (kg.day<sup>-1</sup>) did not correlate with CFOR, CFOO and MRR ( $P>0.05$ ). There were positive correlations between fat production (kg/day) with GRMS and RMCS ( $P<0.05$ ). Gross revenue from the sale of milk and income minus food costs were highly associated with production variables. This allows the possibility of further studies that allow the elucidation of the observed correlations, in order to estimate revenues through the production and composition of the milk.

**Keywords:** composition, interaction, milk, pasture, relationship, ruminant

## 1. Introdução

A crescente demanda por leite pela população nos últimos anos tem lançado responsabilidades sobre os pecuaristas e nutricionistas para que aumentem a produção através da exploração da capacidade animal de produzir mais, aliada a uma dieta que proporcione tal condição. E um dos maiores desafios é elevar a qualidade do leite com baixo custo de produção para que se obtenha uma margem de lucro mais elevada. Segundo o CEPEA (2016), a média de preço pago pelo litro de leite no Brasil tende a permanecer em torno de R\$ 1,29 ou US\$ 0,41. Diversos autores (PINHEIRO et al., 2014; HOFFMANN et al., 2014) afirmam que a produção de leite a pasto é um sistema de baixo custo por possuir a fonte de nutrientes mais econômica em qualquer parte do mundo, mas principalmente em países em desenvolvimento.

A produção e a composição do leite têm sido amplamente estudadas para avaliar o desempenho, a produtividade e a nutrição das vacas. Contudo a literatura é escassa quando se trata de trabalhos que correlacionam variáveis produtivas e econômicas para vacas leiteiras. Para que uma empresa se mantenha no mercado atual, independente do ramo de atividade em que atua, é essencial que possua um amplo conhecimento e um gerenciamento apropriado às suas necessidades e às exigências impostas pelo mercado em que está inserida (MIRANDA, 2006). Devido a isso, é importante ressaltar a importância de estudar variáveis que se intercorrelacionam, pois é possível utilizá-las para embasar diversas discussões relacionadas aos parâmetros econômicos na produção animal.

Segundo Costa et al. (2011), os custos de produção, a receita obtida e a rentabilidade do capital investido são fatores importantes para o sucesso de qualquer sistema de produção. Essa análise permite a detecção do item que, em determinado momento, pode inviabilizar a atividade, como as oscilações de preços no mercado (PERES et al., 2004). A composição e produção de leite podem exercer grande influência na economia da propriedade, devido ao fato de ter que utilizar uma nutrição mais precisa.

Com isso, objetivou-se avaliar correlações entre variáveis produtivas e econômicas em vacas lactantes em pastagem tropical.

## **2. Material e métodos**

### *2.1 Local de estudo e considerações éticas*

O Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual do Piauí avaliou e aprovou sob o protocolo número 10.918/15. O experimento foi conduzido na Fazenda Rancho Santana, situado em Jequié/BA.

### *2.2 Pastagem: área e manejo*

O trabalho de campo foi realizado numa área de dois hectares, dividida em 13 piquetes de aproximadamente 0,15 hectares cada, formada de *Brachiaria brizantha* cultivar MG-5. Foi utilizado o sistema intermitente de piquetes com dois dias de ocupação e 24 dias de descanso. A área foi composta de dois centros de descanso dos animais, composta com bebedouro automático, saleiro e sombreamento à vontade.

### *2.3 Animais e manejo*

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 50 repetições, sendo cada repetição composta por uma vaca lactante  $\frac{3}{4}$  Holandês x  $\frac{1}{4}$  Gir Leiteiro, no terço médio de lactação, com idade média de 70 meses e peso corporal médio de 400 kg. Estes animais foram suplementados com ração concentrada à base de milho moído, farelo de soja, caroço de algodão e ureia, com diferentes composições do suplemento, visando promover alterações (Tabela 1) na resposta animal, possibilitando assim as análises.

O manejo diário das vacas começou às cinco horas e trinta minutos, quando retornaram da pastagem para a realização da primeira ordenha, e a segunda ordenha foi iniciada às 16 horas e trinta minutos. A ordenha foi realizada de forma mecânica (tipo balde ao pé, modelo fila indiana com fosso). O suplemento foi fornecido logo após as ordenhas, em cocho tipo meia-bombona com disponibilidade de 100 cm lineares por animal. Foi realizada uma adaptação de 10 dias ao aditivo (bicarbonato de sódio) antes do início do período experimental. O experimento teve duração de 75 dias, divididos em cinco períodos de 15 dias, sendo 10 dias para adaptação dos animais às dietas experimentais e cinco dias para coleta de dados.

**Tabela 1.** Valores médios de produção e economia por vacas lactantes em pastagem tropical

Item	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
CVOL <sup>1</sup>	3,25	0,83	1,63	4,80
CALI <sup>2</sup>	8,26	1,03	6,11	10,2
RBVL <sup>3</sup>	12,5	2,83	7,21	13,0
RMCA <sup>4</sup>	4,25	3,27	-0,62	11,0
TRM <sup>5</sup>	-151	706	-1975	1959
PL <sup>6</sup>	11,4	2,57	6,55	17,3
PLC <sup>3,5%7</sup>	13,3	2,94	8,31	19,6
ECC <sup>8</sup>	-0,04	0,29	-0,05	0,05
GOR <sup>9</sup>	4,63	0,71	2,77	5,93
GOR (kg) <sup>10</sup>	0,52	0,13	0,34	0,76
PTN <sup>11</sup>	3,54	0,08	3,43	3,70
PTN (kg) <sup>12</sup>	0,40	0,09	0,23	0,60
ESD <sup>13</sup>	9,36	0,20	9,09	9,82
EST <sup>14</sup>	14,0	0,75	12,0	15,3

<sup>1</sup>Custo com volumoso (R\$.dia<sup>-1</sup>); <sup>2</sup>Custo total com alimentação (R\$.dia<sup>-1</sup>); <sup>3</sup>Receita bruta com a venda do leite (R\$.dia<sup>-1</sup>); <sup>4</sup>Receita bruta menos custo com alimentação (R\$.dia<sup>-1</sup>); <sup>5</sup>Taxa de retorno marginal (%); <sup>6</sup>Produção de leite; <sup>7</sup>Produção de leite corrigida para 3,5% de gordura; <sup>8</sup>Escore de condição corporal; <sup>9</sup>Gordura (%); <sup>10</sup>Produção de gordura (kg.dia<sup>-1</sup>); <sup>11</sup>Proteína (%); <sup>12</sup>Produção de proteína (kg.dia<sup>-1</sup>); <sup>13</sup>Extrato seco desengordurado (%); <sup>14</sup>Extrato seco total (%).

#### 2.4 Produção, composição de leite e escore de condição corporal

A produção de leite foi avaliada do 11º ao 14º dia de cada período experimental. O cálculo da produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLC<sup>3,5%</sup>) foi realizado utilizando-se a seguinte fórmula (TYRRELL e REID, 1965):  $PLC^{3,5\%} = 12,82 * P_{gor} + 7,13 * P_{ptn} + 0,323 * PL$ . Em que: PL = produção de leite, kg.dia<sup>-1</sup>; P<sub>gor</sub> = produção de gordura, kg.dia<sup>-1</sup>; e P<sub>ptn</sub> = produção de proteína, kg.dia<sup>-1</sup>. Foram coletadas amostras de leite durante a ordenha da manhã e tarde, de modo proporcional à produção de cada turno para formar uma única porção com representação real à produção de leite diária, e foi analisado o teor de gordura, proteína, densidade, extrato seco desengordurado e total pelo processamento de infravermelho pelo analisador (Ekomilk M<sup>®</sup>). O escore de condição corporal das vacas foi mensurado através de avaliação visual realizada por apenas um observador devidamente treinado, utilizando uma escala de 5 pontos (1=magra e 5=gorda) em incrementos de 0,25 unidades (EDMONSON et al., 1989).

### *2.5 Análise de custo marginal*

Foi adotado o método de orçamento parcial, considerando-se os elementos que variam com a produção leiteira dos animais e com o sistema de alimentação de cada tratamento testado, como pastagens, concentrado (milho, farelo de soja, caroço de algodão) e sal mineral. Os custos do concentrado foram coletados durante o experimento. Foram avaliadas as receitas com a venda de leite por tratamento, utilizando-se o preço do leite referente ao valor médio pago no estado da Bahia, conforme levantamento de cotação do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da ESALQ/USP. As receitas foram avaliadas por meio das seguintes variáveis: renda bruta da venda do leite (RBVL) e receita menos custos com alimentação (RMCS - diferença entre a renda bruta com venda de leite e o custo total com a suplementação).

### *2.6 Análise estatística*

Os resultados foram analisados estatisticamente por meio de correlações lineares de Pearson a 0,95 de probabilidade com o auxílio do programa SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (versão 9.0).

### 3. Resultados e discussão

Não foram observadas correlações entre gordura e extrato seco total com as variáveis econômicas ( $P > 0,05$ ) (Tabela 2). Geralmente, a variação do preço do leite está atrelada ao preço do insumo, à época do ano em que há variações na oferta, e a outros fatores ligados à composição do leite. A equação que compõe o extrato seco total contém, além de outros constituintes, a gordura e proteína, exercendo um reflexo sobre a ausência destes. Contudo, Zambom et al. (2013) relatam que algumas empresas remuneram o leite no valor pago ao produtor pelo teor de gordura, sendo que quanto maior o teor de gordura do leite, maior o valor pago por este, por causa da presença de produtos de origem láctea, como margarina e manteiga.

**Tabela 2.** Correlações lineares entre variáveis produtivas e econômicas em vacas em pastagem tropical

Item	CVOL <sup>1</sup>	CALI <sup>2</sup>	RBVL <sup>3</sup>	RMCS <sup>4</sup>	TRM <sup>5</sup>
Produção de leite (kg/dia)	-0,35 (0,0439)	---	1,00 (0,0000)	0,90 (0,0000)	---
Produção de leite corrigida <sup>3,5%</sup> (kg/dia)	---	---	0,93 (0,0000)	0,93 (0,0000)	---
Escore de condição corporal	---	---	-0,44 (0,0286)	---	---
Gordura (g.kg <sup>-1</sup> )	---	---	---	---	---
Gordura (kg/dia)	---	---	0,77 (0,0000)	0,78 (0,0000)	---
Proteína (g.kg <sup>-1</sup> )	---	---	---	---	-0,42 (0,0174)
Proteína (kg/dia)	---	---	1,00 (0,0000)	1,00 (0,0000)	---
Extrato seco desengordurado (g.kg <sup>-1</sup> )	---	---	---	---	-0,42 (0,0175)
Extrato seco total (g.kg <sup>-1</sup> )	---	---	---	---	---

<sup>1</sup>Custo com volumoso; <sup>2</sup>Custo total com alimentação; <sup>3</sup>Receita bruta com a venda do leite; <sup>4</sup>Receita menos custo com suplemento; <sup>5</sup>Taxa de retorno marginal.

Houve correlações negativas entre proteína e extrato seco desengordurado com TRM ( $P < 0,05$ ). O aumento nas concentrações de proteína no leite é reflexo de um maior fornecimento de proteína não degradável no rúmen (soja grão ou farelo, algodão) via concentrado, que são os ingredientes de maior representatividade econômica da dieta, que



quando aumentados, implica menor taxa de retorno marginal motivada pelo mercado consumidor não pagar um valor a mais por este constituinte. Costa et al. (2011), avaliando níveis de inclusão de concentrado na dieta de vacas leiteiras mestiças verificaram que há viabilidade econômica com o nível de 0% de concentrado, contudo, do ponto de vista reprodutivo, há inviabilidade pelo fato de esses animais perderem peso. Devido a isso, o recomendado é que se eleve o nível de concentrado.

O escore de condição corporal correlacionou-se negativamente com RBVL ( $P < 0,05$ ). O elevado escore corporal em vacas implica maior exigência de manutenção por estar diretamente associado ao seu peso, acarretando um maior consumo de nutrientes, sendo esses particionados com as reservas corporais, e a produção de leite acaba não compensando o investimento realizado devido ao fato de o animal já se encontrar em sua máxima capacidade de produção.

Segundo o CEPEA (2007), em rebanhos com maior produtividade, o custo de dieta por animal é mais elevado, mas a maior produção restitui o alto investimento. Quando se analisa o custo final da dieta por litro, vacas mais produtivas mostram-se mais rentáveis, visto que o custo por litro é menor. Ou seja, vacas mais produtivas são mais eficientes em converter alimento em produtos finais. Não foram observadas correlações entre escore de condição corporal e CVOL, CALI, RMCS e TRM ( $P > 0,05$ ), o que foi ocasionado possivelmente pela ausência de variação nos escores de condições corporais das vacas devido à pouca variabilidade entre as dietas utilizadas, exercendo pouca ou nenhuma influência sobre a deposição de tecidos dos animais.

Houve correlação negativa entre a produção de leite e o CVOL ( $P < 0,05$ ) devido ao volumoso ser o ingrediente menos oneroso dentro de um sistema de produção de ruminantes. Segundo Silva et al. (2008), avaliando custos com níveis de suplementação em vacas leiteiras em pastagens, o aumento da suplementação encarece o sistema, e os custos são sensivelmente reduzidos quando se consegue manter rebanhos produtivos à base de pastagens, utilizando-se de recursos forrageiros de boa qualidade.

A produção de leite correlacionou-se positivamente com RBVL e RMCS ( $P < 0,05$ ). Quanto maior a produção de leite, maior será a receita, devido à sua maior disponibilidade para comercialização. Segundo o NRC (2001), para cada 1 kg de concentrado consumido, a vaca produz aproximadamente 3 kg de leite, pois a relação de PB e NDT para tal produção

é em torno de 90g e 335g, respectivamente. Isso significa que, mesmo que o kg de leite represente o valor do concentrado, a produção será três vezes superior ao valor investido, demonstrando que a produção mais elevada de leite implica uma maior receita. Costa et al. (2011) relatam que os valores de renda bruta por animal aumentam quando se eleva o nível de concentrado da dieta.

A produção de leite não se correlacionou com o CALI e TRM ( $P>0,05$ ), o que provavelmente pode ter sido causado pela alta produção de saliva devido ao alto consumo de pasto (62:38), o que permitiu variações insignificativas dentre as variâncias impostas para a avaliação dos efeitos, ou seja, as variáveis avaliadas se mantiveram constantes.

Houve ausência de correlações entre produção de leite corrigida e CVOL, CALI e TRM ( $P>0,05$ ). Apesar de a produção de leite para alguns animais exigir menor energia para a correção da tal, devido à capacidade genética, por outro lado, existem animais que necessitam de um aporte nutricional mais elevado para se conseguir tal efeito, pois são fatores inerentes aos animais, e provavelmente, tenham sido a causa da bilateralidade dos custos com alimentação, e, conseqüentemente do TRM.

Foram observadas correlações positivas entre produção de leite corrigida com RBVL e RMCS ( $P<0,05$ ). Geralmente corrige-se a produção de leite para 3,5% de gordura visando à constância de produção de leite, uma vez que a quantidade de energia líquida utilizada para a produção é demandada, em maior representatividade, pelo teor de gordura. Com isso, o aumento da produção de leite corrigida acarreta uma elevação da receita bruta com a venda do leite. Da mesma forma ocorre com a receita menos custo com a suplementação, em que há uma relação muito forte com a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura.

A produção de gordura ( $\text{kg}\cdot\text{dia}^{-1}$ ) e a de proteína ( $\text{kg}\cdot\text{dia}^{-1}$ ) não se correlacionaram com CVOL, CALI e TRM ( $P>0,05$ ), indicando que os custos relacionados à alteração desses constituintes no leite possuem variâncias não significativas, demonstrando que os custos não são fatores limitantes para a alteração da composição do leite em vacas mantidas em pastejo.

Houve correlações positivas entre produção de gordura ( $\text{kg}\cdot\text{dia}^{-1}$ ) com RBVL e RMCS ( $P<0,05$ ). Uma maior síntese de gordura na glândula mamária é devido à maior produção de acetato, sendo este proveniente de um maior consumo de pasto, que é uma alimentação de baixo custo, o que colabora para reduzir custos por unidade, obtendo uma

margem mais elevada de receita e lucro. O aumento do pH ruminal está relacionado com alterações no padrão de ácidos graxos no rúmen, aumentando a produção de acetato (APPER-BOSSARD et al., 2010) em função da taxa de fermentação realizada pela população microbiana que está relacionada com as melhorias de condições para a sobrevivência de bactérias degradadoras da fibra.

Verificaram-se correlações positivas entre a produção de proteína (kg/dia) com RBVL e RMCS ( $P < 0,05$ ). O fornecimento de energia via consumo de pasto, juntamente com alimentos proteicos que se transformam em amônia no rúmen torna o ambiente adequado para a produção de proteína microbiana, o que fornece um maior aporte proteico para o aumento da produção de proteína. Além disso, uma elevada estabilidade do leite é necessária para evitar perdas para os produtores de leite devido à rejeição do leite para impedir a coagulação do leite durante o tratamento térmico (FISCHER et al., 2012). Contudo, é possível estimar a receita bruta com a venda do leite através da produção de proteína diária, tendo em vista a alta correlação observada entre essas duas variáveis, sendo a equação:  $RBVL = - 0,2902 + 31,793 * \text{Produção de proteína diária (kg/dia)}$  ( $R^2 = 0,99$ ).

#### **4. Conclusão**

A receita bruta com a venda do leite e a receita menos custo com alimentação demonstraram estar altamente associadas com as variáveis produtivas. O que permite a possibilidade de estudos mais aprofundados que permitam a elucidação das correlações observadas, a fim de estimar receitas através da produção e composição do leite.

O teor de proteína e o de extrato seco desengordurado demonstraram influenciar de forma negativa na taxa de retorno marginal por representar um produto final oriundo de um nutriente de alta representação econômica na dieta total.

## 5. Referências bibliográficas

- APPER-BOSSARD, E.; FAVERDIN, P.; MESCHY, F.; PEYRAUD, J.L. Effects of dietary cation-anion difference on ruminal metabolism and blood acid-base regulation in dairy cows receiving 2 contrasting levels of concentrate in diets. **Journal of Dairy Science**, v.93, p.4196-4210, 2010.
- CEPEA – ESALQ/USP. **Preços brutos pagos ao produtor**. Boletim técnico, 2016. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/leite.aspx>>. Acesso em: 04/01/2017.
- CEPEA - ESALQ/USP. Receita compensa gasto extra com dieta para rebanhos mais produtivos. **Boletim Técnico**, 2007. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/leite/boletim/162/>>. Acesso em: 07/08/2016.
- COSTA, L. T.; SILVA, F.F.; VELOSO, C.M.; PIRES, A.J.V.; ROCHA NETO, A.L.; MENDES, F.B.L.; RODRIGUES, E.S.O.; SILVA, V.L. Análise econômica da adição de níveis crescentes de concentrado em dietas para vacas leiteiras mestiças alimentadas com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p.1155-1162, 2011.
- EDMONSON, A.J.; LEAN, I.J.; WEAVER, L.D.; FARVER, T.; WEBSTER, G. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.72, p.68-78, 1989.
- FISCHER, V.; RIBEIRO, M.E.R.; ZANELA, M.B.; MARQUES, L.T.; ABREU, A.S.; MACHADO, S.C.; FRUSCALSO, V.; BARBOSA, R.S.; STUMPF, M.T. Unstable nonacid milk: A solvable problem? **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, p.838-849, 2012.
- HOFFMANN, A.; MORAES, E.H.B.K.; MOUSQUER, C.J.; SIMIONI, T.A.; JUNIOR GOMES, F.; FERREIRA, V.B.; SILVA, H.M. Produção de bovinos de corte no sistema de pasto-suplemento no período seco. **Nativa**, v.2, p.119-130, 2014.
- MIRANDA, E.E.; CRISCUOLO, C.; QUARTAROLI, C.F. Desenvolvimento rural - Gestão territorial. **Revista Agroanalysis**, 2006. 40p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. Washington: National Research Council, 7. ed., p.381, 2001.
- PAULA, N.F.; ZERVOUDAKIS, J.T.; CABRAL, L.S.; CARVALHO, D.M.G.; HATAMOTO-ZERVOUDAKIS, L.K.; MORAES, E.H.B.K.; OLIVEIRA, A.A.

- Frequência de suplementação e fontes de proteína para recria de bovinos em pastejo no período seco: desempenho produtivo e econômico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.873-882, 2010.
- PERES, A.A.C.; SOUZA, P.M.; MALDONADO, H.; Silva, J.F.C.; Soares, C.S.; Barros, S.C.W.; Haddade, I.R. Análise econômica de sistemas de produção a pasto para bovinos no município de Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1557-1563, 2004.
- PINHEIRO, A.A.; CECATO, U.; LINS, T.O.J.D.; BELONI, T.; PIOTTO, V.C.; RIBEIRO, O, L. Production and nutritive value of forage, and performance of Nellore cattle in Tanzania grass pasture fertilized with nitrogen or intercropped with *Sthylasantos* Campo Grande. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, p.2147-2158, 2014.
- SILVA, H.A.; KOEHLER, H.S.; MORAES, A.; GUIMARÃES, V.D.A.; HACK, E.; CARVALHO, P.C.F. Evaluation of the economic viability of milk production on pasture and supplements in the region of Campos Gerais - Paraná, Brazil. **Ciência Rural**, v.38, p.445-450, 2008.
- TYRRELL, H.F.; REID, J.J. Prediction of the energy value of cow's milk. **Journal of Dairy Science**, v.48, p.1215-1223, 1965.
- ZAMBOM, M.A.; ALCALDE, C.R.; MARTINS, E.N.; BRANCO, A.F.; SILVA, K.T.; HASHIMOTO, J.H.; GARCIA, J.; GRANDE, P.A. Milk production and composition, cost and revenue variation of milk production of Saanen goats receiving rations with soybean hulls in replacement to the corn. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, p.1313-1326, 2013.

## Considerações finais

Os resultados desse estudo servem para embasar discussões acerca dos efeitos do BCAD sobre a produção de vacas leiteiras em pastagens tropicais. Assim como os efeitos do nível de 1,25% do peso corporal de suplemento concentrado fornecido aos animais, e não ter causado efeito substitutivo, uma vez que o consumo de fibra em detergente neutro detectado foi de 1,8% do peso corporal, que representa a máxima ingestão de pasto. Outro fator importante a ser relatado são as variáveis econômicas, pois o nível de BCAD de +237 mEq.kg<sup>-1</sup> apresentou mais atratividade por não ser necessária a inclusão de bicarbonato de sódio e não afetar negativamente a produção das vacas lactantes.

Quanto ao metabolismo de nitrogênio, as dietas e manejos adotados resultaram em alta concentração de nitrogênio excretado e retido, sugerindo uma diminuição na concentração de nitrogênio na dieta sem afetar negativamente o desempenho, podendo diminuir custos e evitar problemas ambientais.

As correlações demonstraram que a relação entre as variáveis nutricionais e produtivas podem ser utilizadas para embasar pesquisas com vacas leiteiras em pastagens tropicais, merecendo um destaque para a composição do leite e variáveis econômicas, por poderem nortear estudos e trazer melhorias nas propriedades, tendo em vista que é possível prever receitas através da produção de proteína por dia.