



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS,
FISIOLÓGICAS E METABÓLICAS DE
VACAS F1 HOLANDÊS X ZEBU SOB
DIFERENTES PLANOS NUTRICIONAIS**

LUANA ALCÂNTARA BORGES

2017

LUANA ALCÂNTARA BORGES

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS, FISIOLÓGICAS E
METABÓLICAS DE VACAS F1 HOLANDÊS X ZEBU
SOB DIFERENTES PLANOS NUTRICIONAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração Produção Animal, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. José Reinaldo Mendes Ruas

**UNIMONTES
MINAS GERAIS - BRASIL
2017**

Borges, Luana Alcântara

B732c Características produtivas, fisiológicas e metabólicas de vacas F1 Holandês x Zebu sob diferentes planos nutricionais [manuscrito] / Luana Alcântara Borges. – 2017.
43 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2017.

Orientador: Prof. D. Sc. José Reinaldo Mendes Ruas.

1. Holandês (Bovino) Alimentação e rações. 2. Vaca. 3. Zebu Alimentação e rações. I. Ruas, José Reinaldo Mendes. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 636.2142

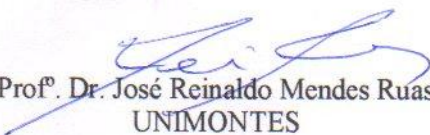
Catálogo: Joyce Aparecida Rodrigues de Castro - Bibliotecária CRB6/2245

LUANA ALCÂNTARA BORGES

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS, FISIOLÓGICAS E
METABÓLICAS DE VACAS F1 HOLANDÊS X ZEBU SOB
DIFERENTES PLANOS NUTRICIONAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

APROVADA em 28 de SETEMBRO de 2017.


Prof. Dr. José Reinaldo Mendes Ruas
UNIMONTES
(Orientador)


Prof. Dr. Virgílio Mesquita Gomes
UNIMONTES


Prof. Dr. Vicente Ribeiro Rocha Júnior
UNIMONTES


Dra. Edilane Aparecida da Silva
EPAMIG

**JANAÚBA
MINAS GERAIS – BRASIL
2017**

*Aos meus maiores exemplos, meus pais, Avelino e Lourdes, pelo apoio.
Aos meus irmãos, Gilson e Ludmila, pela parceria.
E a minha sobrinha Alice, por ser sempre o meu melhor sorriso.
Dedico!!!*

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me iluminou, amparou, protegeu e proporcionou mais uma conquista.

A Nossa Senhora Aparecida, por todas as graças concedidas.

À Universidade Estadual de Montes Claros, pela oportunidade de ampliar meus conhecimentos.

Ao meu orientador, Professor José Reinaldo Ruas, e ao meu coorientador, Professor Vicente Ribeiro Rocha Júnior, pelos ensinamentos durante todo o processo e pela orientação e pelo aprendizado.

Aos meus pais, aos meus irmãos e à minha avó, pela paciência.

À banca, por se fazerem presentes neste momento, comprometidos para comigo e para com a instituição, pela disponibilidade e pelos ensinamentos.

A Pedro, Lucas, Deiyse e Thaís, pelo auxílio na condução do trabalho.

A todos os funcionários do Campo Experimental de Felixlândia, sempre disponíveis e com muita disposição para auxiliar.

Aos colegas sempre disponíveis.

Aos professores pelos ensinamentos.

À FAPEMIG, pelo auxílio financeiro (PPM – CVZ 00558-16).

À CAPES e ao CNPq, pela concessão de bolsas de estudo.

Ao INCT – Ciência Animal.

À Finep – MCTI, pelo apoio financeiro ao projeto nº 1334/13.

À EPAMIG - Campo Experimental de Felixlândia.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	i
RESUMO GERAL	iii
GENERAL ABSTRACT	v
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Produção de Leite	2
2.2 Manejo Nutricional	2
2.3 Relação entre o consumo de matéria seca e a digestibilidade da dieta .	4
2.4 Perfil Metabólico	5
2.4.1 Glicose	6
2.4.2 Proteínas totais e albumina	7
2.4.3 Colesterol.....	8
2.4.4 Ácidos graxos não esterificados.....	9
2.4.5 Ureia	10
2.5 Parâmetros Fisiológicos.....	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
3 DESENVOLVIMENTO	22
Introdução	25
Material de Métodos	26
Resultados e Discussão.....	29
Conclusões.....	39
Agradecimentos	39
Referências bibliográficas.....	39
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	43

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** Composição química bromatológica da silagem de milho, do concentrado e da dieta total oferecidos aos animais F1 Holandês x Zebu, expressos em porcentagem da matéria seca (%MS).....27
- Tabela 2** Valores médios de temperatura do ar (Tar, °C), umidade relativa (UR, %) e Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) do período da manhã e da tarde.27
- Tabela 3** Produção de leite (PL), peso corporal (PC), escore de condição corporal (ESC) e peso corporal de bezerros (PCb) de vacas F1 Holandês x Zebu alimentadas com diferentes níveis de oferta, com respectivos coeficientes de variação (CV), equações de regressão (ER) e valores reais de P (Pr>Fc).....30
- Tabela 4** Produção de leite (PL), peso corporal (PC), escore de condição corporal (ESC) e peso corporal de bezerros (PCb) de vacas F1 Holandês x Zebu alimentadas com diferentes níveis de oferta e três períodos de lactação, com respectivos coeficientes de variação (CV) e valores reais de P (Pr>Fc)31
- Tabela 5** Temperatura retal da manhã (TRm) e da tarde (TRt), frequência respiratória da manhã (FRm) e da tarde (FRt), frequência cardíaca da manhã (FCm) e da tarde (FCt), taxa de sudorese da manhã (TSm) e da tarde (TSt) e temperatura de pelame da manhã (TPm) e da tarde (TPt) de vacas F1 Holandês x Zebu alimentadas com diferentes níveis de oferta, com respectivos coeficientes de variação (CV), equações de regressão (ER) e valores reais de P (Pr>Fc).....33
- Tabela 6** Temperatura retal da manhã (TRm) e da tarde (TRt), frequência respiratória da manhã (FRm) e da tarde (FRt), frequência cardíaca da manhã (FCm) e da tarde (FCt), taxa de sudorese da manhã (TSm) e da tarde (TSt) e temperatura de pelame da manhã (TPm) e da tarde (TPt) de vacas F1 Holandês x Zebu alimentadas com diferentes níveis de oferta e três períodos de lactação, com respectivos coeficientes de variação (CV) e valores reais de P (Pr>Fc).....35

Tabela 7 Glicose (GLI), proteína total (PTN), albumina (ALB), colesterol (COL), ácidos graxos não esterificados (NEFA), ureia (URE) de vacas F1 Holandês x Zebu alimentadas com diferentes níveis de oferta, com respectivos coeficientes de variação (CV), equações de regressão (ER) e valores reais de P ($Pr > F_c$)36

Tabela 8 Glicose (GLI), proteína total (PTN), albumina (ALB), colesterol (COL), ácidos graxos não esterificados (AGNE), ureia (URE) de vacas F1 Holandês x Zebu alimentadas com diferentes níveis de oferta e três períodos de lactação, com respectivas coeficientes de variação (CV) e valores reais de P ($Pr > F_c$).....37

Tabela 9 Estimativa da redução de consumo e da produção de leite em vacas F1 Holandês x Zebu submetidas a diferentes níveis de oferta da dieta38

RESUMO GERAL

BORGES, Luana Alcântara. **Características produtivas, fisiológicas e metabólicas de vacas F1 Holandês x Zebu sob diferentes planos nutricionais**. 2017. 56 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

Resumo: Objetivou-se avaliar o impacto de diferentes planos nutricionais nas características produtivas, fisiológicas e metabólicas de vacas F1 Holandês x Zebu. O experimento foi conduzido no Campo Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, localizado no município de Felixlândia. Foram utilizadas 60 vacas F1 HZ divididas em três períodos de lactação ($42,6 \pm 12,77$; $108,2 \pm 12,07$ e $173,6 \pm 16,64$ dias de lactação), totalizando 20 animais por período experimental e quatro vacas por tratamento. Cada grupo recebeu diferentes planos nutricionais calculados com relação à percentagem do peso corporal (2,00; 2,25; 2,50; 2,75% do peso corporal animal) Um grupo controle teve alimentação à vontade, permitindo 5% de sobras da matéria seca fornecida – à vontade). O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 3, com cinco planos nutricionais e três períodos de lactação. Os resultados foram submetidos à análise de variância, testados a 5% de probabilidade. Os planos nutricionais foram avaliados por meio do teste Dunnett e regressão. Os períodos de lactação foram comparados pelo teste SNK. Os animais apresentaram maior consumo de matéria seca no plano à vontade ($16,97 \text{ kg.dia}^{-1}$). As produções de leite (PL) no primeiro e segundo períodos lactação foram semelhantes para os diferentes planos nutricionais. No terceiro período de lactação, somente o plano 2,75% do peso corporal (PC) não diferiu do plano à vontade. Nas vacas pertencentes ao segundo período de lactação, observou-se que a temperatura retal da manhã no plano 2,00% PC e a frequência cardíaca da manhã nos planos 2,75; 2,25 e 2,00% PC foram inferiores às do plano à vontade. No primeiro período de lactação, a frequência cardíaca da tarde nos planos 2,50; 2,25 e 2,00% PC foi inferior à do plano à vontade. Somente para concentração de ureia, no segundo período de lactação, foi observada diferença entre os planos nutricionais 2,25 e 2,0% do PC em relação ao plano à vontade. A redução máxima na quantidade de alimentos ofertados aos animais foi de 46,02% e de apenas 25,98% na produção de leite. A oferta de diferentes planos nutricionais a vacas F1 Holandês x Zebu não influenciou de forma marcante os parâmetros fisiológicos e as concentrações de metabólitos

¹ **Comitê Orientador:** Prof. José Reinaldo Mendes Ruas – DCA/UNIMONTES (orientador); Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DCA/UNIMONTES (coorientador).

sanguíneos relacionados ao metabolismo nutricional, como também não alterou a produção leiteira até o terço médio da lactação, afetando apenas a produção de leite no terço final, possivelmente devido à necessidade de acumular reserva para a lactação seguinte.

Palavras-chave: características fisiológicas, características metabólicas, características produtivas e planos nutricionais.

GENERAL ABSTRACT

BORGES, Luana Alcântara. **Productive, physiological and metabolic characteristics of Holstein x Zebu F1 cows under different nutritional plans.** 2017. 56 p. Dissertation (Master's Degree in Animal Science) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brazil.²

Abstract: The objective of this study was to evaluate the impact of different levels of food supply on the productive, physiological and metabolic characteristics of F1 Holstein x Zebu cows. The experiment was conducted at the Experimental Field of the Agricultural Research Company of Minas Gerais, located in the municipality of Felixlândia. Sixty HZ F1 cows were divided into three lactation periods (42.6 ± 12.77 , 108.2 ± 12.07 and 173.6 ± 16.64 days of lactation), totaling 20 animals per experimental period and four cows by treatment. Each group received different nutritional plans calculated with respect to the percentage of body weight (2.00, 2.25, 2.50, 2.75% of animal body weight). One control group had unrestricted food supply, allowing 5% of leftover matter dry at will. The experimental design was completely randomized, in a 5 x 3 factorial scheme, with five nutritional plans and three lactation periods. The results were submitted to analysis of variance, tested at 5% probability. The nutritional plans were assessed through Dunnett and regression tests. The lactation periods were compared by the SNK test. The animals with unrestricted food supply showed higher intake of dry matter ($16.97 \text{ kg.day}^{-1}$). Milk yields in the first and second lactation periods were similar for the different levels of food supply. In the third lactation period only the 2.75% body weight food supply did not differ from the unrestricted food supply. In cows belonging to the second lactation period, the morning rectal temperature for the 2.00% body weight food supply plan and the morning heart rate for the 2.75, 2.25 and 2.00% body weight food supplies were lower when compared to the unrestricted food supply. In the first lactation period, the afternoon heart rate for the 2.50, 2.25 and 2.00% body weight food supplies was lower when compared to the unrestricted food supply. Only for urea concentration, in the second lactation period, there was difference between the 2.25 and 2.0% body weight food supplies when compared to the unrestricted food supply. The maximum reduction in the levels of food supply offered to animals was 46.02%, and only 25.98% in milk yield. The supply of different nutritional plans to F1 Holstein x Zebu cows did not significantly influence the physiological parameters and concentrations of blood metabolites related to nutritional metabolism. It also did not change milk yield until the middle third of

² **Guidance Committee:** Prof. José Reinaldo Mendes Ruas – DAC/UNIMONTES (adviser); Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DAC/UNIMONTES (co-adviser).

lactation, affecting milk yield only in the final third, possibly due to the need to accumulate reserve for the next lactation.

Keywords: physiological characteristics, metabolic characteristics, productive characteristics and nutritional plans.

1 INTRODUÇÃO GERAL

A atividade pecuária constitui um dos principais segmentos econômicos e sociais do país, com uma produção de pouco mais de 35 bilhões de litros de leite no ano de 2015. Apesar de o Brasil ser o quarto maior produtor mundial de leite, a produtividade ainda é de apenas 1.609 litros de leite/vaca/ano (FAO, 2017).

Entre outros fatores, tais dados podem ser decorrentes de particularidades dos sistemas de produção de leite no Brasil, destacando-se falhas no manejo nutricional. O país apresenta expressiva heterogeneidade na produção de alimentos, apresentando marcante restrição na oferta de alimentos para o rebanho bovino.

O cenário brasileiro de pouca disponibilidade de alimentos se justifica devido à produção de quantidade insuficiente de alimentos ou devido à necessidade de redução do custo de produção, já que a alimentação representa importante fatia no custo da atividade, sendo que muitas vezes, para minimizar o custo, o primeiro ajuste é na alimentação do rebanho.

Isso evidencia a importância de estudos acerca da influência da variação dos níveis nutricionais nas características produtivas, fisiológicas e metabólicas de vacas em lactação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Produção de Leite

O Brasil apresenta expressiva heterogeneidade durante o processo de produção. Produtores mais especializados se concentram em bacias leiteiras tradicionais como as dos estados de Minas Gerais, Goiás, São Paulo e Paraná. Inúmeros pequenos produtores de leite estão distribuídos por todo o território nacional e muitas famílias dependem exclusivamente dessa atividade (YAMAGUCHI et al., 2006).

O aumento da produtividade leiteira é de grande interesse para produtores, técnicos e pesquisadores e está na dependência de fatores genéticos, sanitários, ambientais, nutricionais e suas interações (TEIXEIRA et al., 2010).

Glória et al. (2010) avaliaram a produção de leite de animais mestiços Holandês x Zebu (HZ), sendo a maior produção observada nos animais F1 Holandês x Gir, com 15,3 kg.dia⁻¹ de leite no pico de produção. Freitas Júnior et al. (2008) avaliaram a produção de leite corrigida para 4% de gordura (PLC4) de animais F1 Holandês x Gir ao longo da lactação, sendo que durante o pico a produção chegou a 21 kg.dia⁻¹.

Estudos reportam médias de produção de leite total em vacas mestiças HZ que variaram de 2.075 litros a 6.741 litros por lactação (CARVALHO et al., 2001; GUIMARÃES et al., 2002; RIBEIRO, 2016).

2.2 Manejo Nutricional

Na criação de ruminantes, tanto em confinamento quanto em pasto, a alimentação é responsável por grande parte dos custos (60 a 70%). Portanto, é de fundamental importância conhecer as características dos alimentos e seu balanceamento nas rações, que devem ser formuladas para suprir as

necessidades dos animais, explorando sua máxima capacidade digestiva (SILVA et al., 2001).

O consumo de matéria seca (CMS) é importante critério para avaliação de dietas. O CMS limitado resulta em perda de peso e, conseqüentemente, redução na produção de leite. O CMS depende de muitas variáveis, incluindo peso corporal, nível de produção de leite, estágio da lactação, condições ambientais, fatores psicogênicos e de manejo, histórico de alimentação, condição corporal e tipo e qualidade dos ingredientes da ração, particularmente forragens (NRC, 1988).

Mertens (1992) afirma que os pontos críticos para se estimar o consumo são as limitações relativas ao animal, ao alimento e às condições de alimentação. Quando a densidade energética da ração é alta (baixa concentração de fibra), em relação às exigências do animal, o consumo será limitado pela demanda energética. Para rações de densidade energética baixa (alto teor de fibra), o consumo será limitado pelo efeito de enchimento. Se houver disponibilidade limitada de alimentos, o enchimento e a demanda de energia não seriam importantes para predizer o consumo.

O controle da ingestão dos alimentos é influenciado por vários fatores. Segundo Rodrigues (1998), existem dois mecanismos básicos de regulação de consumo, denominados de curta e longa duração. Mecanismos de controle de curta duração referem-se a eventos diários que afetam a frequência, o tamanho e o padrão de alimentação e estão relacionados aos estímulos que iniciam o processo de fome e saciedade, enquanto a regulação de longa duração se refere ao consumo médio diário, por extenso período de tempo, durante o qual o equilíbrio de peso é atingido e mantido.

O efeito de raças dentro da mesma espécie sobre a ingestão voluntária de alimento está relacionado às diferenças entre a exigência nutricional para a manutenção, a capacidade física do trato gastrointestinal e a composição do ganho de peso (KETELAARS & TOLKAMP, 1992).

O CMS é muito variável em vacas em lactação e está altamente correlacionado ao aproveitamento da dieta. A ingestão de alimentos

influencia a taxa de passagem da digesta, que, por sua vez, irá influenciar a digestibilidade dos alimentos ingeridos. Em função disso, têm sido propostas equações que quantificam os decréscimos nos valores de nutrientes digestíveis totais resultantes do aumento do consumo (NRC 2001). Entretanto, os dados que geraram essas tabelas são provenientes de animais de alta produção, em confinamento (CARVALHO, 2016).

2.3 Relação entre o consumo de matéria seca e a digestibilidade da dieta

Um fator importante para a absorção de nutrientes por bovinos leiteiros é a relação entre o consumo e a digestibilidade da dieta. Entretanto, faz-se necessária uma mensuração da interação entre ambos, quando se trabalha com níveis de consumo inferiores ao *ad libitum* (TYRREL & MOE, 1974).

De acordo com Drager et al. (2005), o principal efeito da restrição alimentar é a redução da taxa de passagem da digesta pelo trato gastrointestinal. Com isso, ocorrerá um aumento do tempo disponível para o ataque microbiano e a fermentação nos pré-estômagos e no intestino grosso, bem como um aumento do tempo disponível para a absorção dos nutrientes.

Ferreira (2014) avaliou o efeito do nível de alimentação sobre a digestibilidade aparente da dieta em novilhos machos F1 Holandês x Gir, em três níveis de alimentação. O grupo com CMS em nível de manutenção apresentou digestibilidade aparente da matéria seca 5,9% maior quando comparado ao grupo alimentado *ad libitum*.

Carvalho (2016), avaliando restrições alimentares de 20, 10 e 5% em relação ao CMS em animais F1 Holandês x Gir, verificou que a produção de leite corrigida para 4% de gordura, na restrição de 10% e no plano *ad libitum*, foi semelhante (17,92 kg). Assim, o valor apresentado na restrição de 5% (17,27 kg) foi semelhante ao do plano *ad libitum* e inferior ao da restrição de 10%, e todos os valores foram superiores ao apresentado na restrição de 20% (16,08 kg). Carvalho (2016) verificou também que a

digestibilidade da matéria seca (MS), da matéria orgânica (MO), da fibra digestível em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) e da fibra em detergente ácido (FDA) foram superiores na restrição de 10%. A digestibilidade da MS na restrição de 10% apresentou um acréscimo de 6,1% em relação ao plano *ad libitum*, provavelmente pelo fato de a ingestão de alimentos em quantidades inferiores às aquelas do tratamento *ad libitum* promover redução na taxa de passagem da digesta pelo trato gastrointestinal, o que ocasionou aumento do tempo de permanência do alimento dentro do trato gastrointestinal do animal, resultando em melhor aproveitamento da dieta, o que se deu por meio do maior ataque microbiano nos pré-estômagos e da melhor absorção na parte posterior do sistema digestivo.

De acordo com Gabel et al. (2003), os sistemas atuais de produção de leite caracterizam-se por animais com uma maior capacidade de CMS. Vacas leiteiras têm sido selecionadas há anos para obtenção de maior capacidade digestiva, visando ao maior consumo e à maior produção de leite. Entretanto, concomitantemente ao aumento da ingestão de alimentos, pode haver um comprometimento no aproveitamento da dieta. Esses autores avaliaram o efeito do CMS sobre a digestibilidade da dieta e estabeleceram a proporção de 4,1% a menos na digestibilidade da dieta para cada acréscimo no consumo de matéria seca equivalente ao múltiplo das exigências de manutenção.

2.4 Perfil Metabólico

Os perfis metabólicos são usados como procedimento de monitoramento rotineiro para o diagnóstico de transtornos metabólicos e de deficiências derivadas da nutrição e como preventivo de transtornos subclínicos, além da pesquisa de problemas de saúde e de desempenho de um rebanho (DUFFIELD & LEBLANC, 2009).

Peixoto et al. (2006) entenderam ser possível utilizar as informações obtidas através do estudo do perfil metabólico para aferir o balanço

nutricional dos rebanhos, uma vez que, em algumas situações, os desbalanços nutricionais podem influenciar as concentrações sanguíneas de determinados metabólitos.

Para González e Silva (2006), a interpretação do perfil metabólico é complexa, tanto aplicada a rebanhos, quanto a indivíduos, devido aos mecanismos que controlam o nível sanguíneo de vários metabólitos e, também, à grande variação desses níveis em função de fatores como estresse, raça, idade, dieta, nível de produção, manejo, clima e estado fisiológico (estágios da lactação e da gestação).

Payne e Payne (1987) relataram que variações dos componentes do perfil metabólico sanguíneo podem estimar o processo de adaptação metabólica dos animais a novas situações fisiológicas ou de alimentação. Transtornos como cetose ou desequilíbrios no nitrogênio ou no metabolismo mineral podem ser detectados por meio da análise direta do perfil metabólico.

De acordo com González e Silva (2006), um forte motivo para que estudos sejam utilizados como ferramenta para a avaliação do perfil metabólico em ruminantes se deve ao fato de este refletir, de maneira confiável, o equilíbrio entre a entrada, a saída e a metabolização dos nutrientes nos tecidos animais.

No Brasil, a utilização do perfil metabólico como ferramenta auxiliar na produção de ruminantes ainda é restrita. A alta variabilidade genética do rebanho nacional e dos sistemas de criação dificulta a utilização do perfil metabólico, visto que esses fatores exercem grande influência sobre os metabólitos sanguíneos (CARVALHO, 2016).

2.4.1 Glicose

As primeiras tentativas de se avaliar o *status* energético dos animais foram feitas por meio da determinação da glicemia. Entretanto, o controle homeostático hormonal realizado pelo organismo se sobrepõe às alterações

que a dieta possa causar sobre esse parâmetro (GONZÁLEZ & SILVA, 2006).

De acordo com Payne e Payne (1987), existem divergências nos resultados, uma vez que os mecanismos homeostáticos que controlam a glicemia tornam difícil estabelecer uma clara relação entre estado nutricional e níveis de glicose, pois além de grande parte dos tecidos utilizarem ácidos graxos livres (AGL) e corpos cetônicos como fonte energética, o fígado bovino possui uma alta função gliconeogênica.

Além do aumento da gliconeogênese hepática, existem evidências de que o organismo materno utiliza outros mecanismos para permitir o aumento na disponibilidade fetal e mamária de glicose, como o decréscimo da utilização de glicose pelos tecidos periféricos, principalmente o tecido muscular (BELL, 1995).

Segundo Payne e Payne (1987), as concentrações de glicose em ruminantes apresentam pequena variabilidade em função da alta capacidade de gliconeogênese hepática. Além disso, devido à necessidade desse componente em determinados tecidos como cérebro e glândula mamária, adaptações fazem com que ocorra um adequado controle das concentrações de glicose no sangue, sendo a faixa de variação, proposta por Kaneko et al. (2008), de 45 a 75 mg.dL⁻¹.

Mesmo havendo divergência entre pesquisadores quanto à real capacidade da glicemia em refletir o *status* energético de ruminantes, há uma tendência geral de recomendação da avaliação desse parâmetro no perfil metabólico (CARVALHO, 2016).

2.4.2 Proteínas totais e albumina

As proteínas desempenham um papel fundamental no organismo como componente estrutural, fazendo parte de enzimas e hormônios, regulando muitas das reações bioquímicas, participando da homeostase, na resistência a infecções e no balanço ácido básico. Devido à sua grande

importância na homeostase do organismo, pode-se obter muita informação ao mensurar a proteína total e suas frações, albumina, globulina e fibrinogênio (SMITH, 2009).

A proteína total é formada por uma série de proteínas diferentes, sendo a albumina a grande contribuinte, representando de 35 a 50% da proteína total. Outros constituintes são, principalmente, as imunoglobulinas, as proteínas de fase aguda, as proteínas do sistema complemento, as enzimas e os hormônios (THRALL et al., 2012).

A albumina é formada exclusivamente no citoplasma dos hepatócitos, sendo que o seu catabolismo ocorre tanto no fígado como nos músculos e rins. Ela é a proteína plasmática mais abundante (cerca de 50%) e é responsável por 75% da pressão oncótica do fluido intravascular, atuando nos processos de transporte de ácidos graxos não esterificados, cálcio, hormônios, drogas, bilirrubina e ácidos biliares (SMITH, 2009; THRALL et al., 2012).

As concentrações de proteína total e albumina são abordadas na literatura como reflexo do *status* proteico do animal, e seus valores encontram-se inferiores em casos de deficiência proteica. Em quadros de deficiência proteica na dieta, os valores de nitrogênio ureico plasmático apresentam-se inferiores a 10 mg.dL^{-1} , enquanto as concentrações de albumina podem permanecer normais, em torno de $3,5 \text{ mg.dL}^{-1}$. Com relação aos valores de proteína total e albumina, a faixa proposta por Broderick e Clayton (1997) é de 6,48 a $9,00 \text{ mg.dL}^{-1}$ para proteína total e 3,00 a $3,48 \text{ mg.dL}^{-1}$ para albumina.

2.4.3 Colesterol

O colesterol é necessário como precursor dos ácidos biliares, que fazem parte da bile e dos hormônios esteroides (adrenais e gonadais). É excretado pela bile, na forma de ácidos biliares, ou na urina, na forma de hormônios esteroides. O colesterol é armazenado nos tecidos na forma de

ésteres de colesterol, sendo o precursor dos esteroides do organismo, como corticoesteroides, hormônios sexuais, ácidos biliares e vitamina D (KANEKO, 1989).

O colesterol circula no plasma ligado às lipoproteínas (HDL, LDL, VLDL), sendo que cerca de 60% dele estão esterificados com ácidos graxos. As concentrações de colesterol plasmático indicam de maneira adequada o total de lipídios no plasma, pois correspondem a aproximadamente 30% do total (GONZÁLEZ & SILVA, 2006).

Kaneko et al. (2008) propõem valores de referência para o colesterol de 80 a 120 mg.dL⁻¹ em bovinos adultos.

2.4.4 Ácidos graxos não esterificados

Os ácidos graxos não esterificados (AGNE) são um parâmetro metabólico sérico que constitui importante ferramenta clínica para medição do *status* nutricional e da adaptação ao balanço energético (CHUNG et al., 2008).

A dosagem de AGNE é considerada a melhor forma de avaliar o balanço energético negativo, sendo capaz de determinar a sua intensidade e a adaptação do organismo a ele. A concentração de AGNE reflete a magnitude de mobilização das reservas corporais (DUFFIELD et al., 2009; CINCOVIC et al., 2012).

As altas produções no início da lactação da vaca leiteira especializada justificam a mobilização de tecido adiposo das reservas corporais, a liberação de ácidos graxos livres e o acúmulo desses AGNE no fígado. O acúmulo de triglicerídios hepáticos é fisiológico em vacas leiteiras periparturientes, mas quando o aporte de AGNE ultrapassa a capacidade do fígado em oxidar ácidos graxos, há um acúmulo de metabólitos intermediários, conhecidos como corpos cetônicos, entre os quais o β -hidroxibutirato (SMITH et al., 1997).

Dessa forma, a concentração sérica de AGNE reflete o grau de adaptação da vaca ao balanço energético negativo (DUFFIELD & LEBLANC, 2009).

2.4.5 Ureia

A concentração de ureia plasmática em ruminantes está diretamente relacionada com o consumo e a eficiência de utilização da proteína da dieta. Grande parte dos componentes nitrogenados da dieta é degradada pelas enzimas microbianas no rúmen em aminoácidos e, subsequentemente, em amônia, que são reutilizados pelos próprios microrganismos para a síntese de proteína microbiana, juntamente com os esqueletos de carbono provenientes dos carboidratos da dieta. A amônia que não é utilizada pela flora ruminal passa à corrente sanguínea através da parede do rúmen e vai ao fígado, onde é processada para formação da ureia (PEIXOTO et al., 2006).

De acordo com Wittwer et al. (1993), a ureia é sintetizada no fígado em quantidades proporcionais à concentração de amônia no rúmen e sua concentração está diretamente relacionada com os níveis proteicos da dieta e com a relação energia/proteína da dieta. Segundo Kaneko et al. (1997), valores de referência da concentração sérica da ureia estão entre 6,0 a 27 mg.dL⁻¹.

Carvalho (2016), avaliando restrições alimentares de 20, 10 e 5% em relação ao CMS em animais F1 Holandês x Gir, não verificou interferência do plano alimentar sobre as concentrações de aspartato aminotransferase, nitrogênio ureico no plasma (NUP), creatinina, cálcio, proteína total, albumina, colesterol e glicose, sendo essas concentrações médias de 61,63; 13,61; 1,79; 10,03; 8,93; 3,45 e 73,47 mg/dL, respectivamente. Dessa forma, a ausência de interferência da restrição alimentar sobre os parâmetros avaliados demonstrou que a restrição alimentar foi moderada, e o animal conseguiu restabelecer as concentrações plasmáticas decorrentes dela,

conservando assim a homeostase, sendo a dieta apontada como um dos principais fatores que afetam o perfil metabólico de bovinos.

Vivenza (2012), avaliando machos F1 Holandês x Gir em níveis de alimentação diferentes (manutenção, intermediário e *ad libitum*), encontrou variação na concentração de glicose em função do plano alimentar, sendo as concentrações de glicose crescentes com o aumento do CMS. Entretanto, os diferentes CMS não influenciaram as concentrações de colesterol, ureia, proteína total e albumina.

Bjerre-Harpoth et al. (2012) avaliaram o efeito da restrição aguda, de 60% do CMS, por quatro dias consecutivos em animais em diferentes fases da lactação. Os autores encontraram uma pequena variação nos valores de glicose, colesterol e NUP, especialmente nos animais no terço médio e final da lactação.

2.5 Parâmetros Fisiológicos

A manutenção da temperatura corporal é determinada pelo equilíbrio entre a perda e o ganho de calor. A referência fisiológica dessa variável é obtida mediante a mensuração da temperatura retal, que pode variar de 38,1 °C a 39,1 °C para animais das raças de corte especializadas, 38,0 °C a 39,3 °C para animais leiteiros e 38,0 °C a 39,0 °C nos bovinos adultos (DIRKSEN et al., 1993; ROBINSON, 1999).

Baccari Júnior (1987) afirmou que o calor necessário para manter a temperatura corporal dos animais deriva do metabolismo e da absorção da radiação solar, direta ou indireta, enquanto a temperatura corporal depende do equilíbrio entre o calor produzido e o liberado para o ambiente.

A temperatura retal (TR) é usada, frequentemente, como índice de adaptação fisiológica ao ambiente quente, pois seu aumento indica que os mecanismos de liberação de calor tornaram-se insuficientes para manter a homeotermia (MOTA, 1997).

Fatores extrínsecos podem atuar na variação da TR, como a hora do dia, a ingestão de alimentos e de água, o estado nutricional, a temperatura ambiente, a densidade, o sombreamento, a velocidade dos ventos, a estação do ano, o exercício e a radiação solar (BACCARI JÚNIOR, 1987; CARVALHO et al., 1995).

Fatores intrínsecos estão relacionados com a individualidade, como, por exemplo, idade, raça, sexo e estado fisiológico (BACCARI JÚNIOR, 1971; ROBINSON, 1999; STÖBER, 1993; CARVALHO et al., 1995). Outro fator intrínseco importante na avaliação da TR é a capacidade de adaptação do animal ao ambiente. Bovinos zebuínos adaptados aos trópicos são menos sujeitos aos efeitos extremos da temperatura quando comparados aos bovinos taurinos, mais adaptados aos climas temperados (CARVALHO et al., 1995).

O estresse calórico promove alterações na homeostase e pode ser quantificado mediante mensuração de variáveis fisiológicas tais como TR, frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC) e concentrações hormonais. A suscetibilidade dos bovinos ao estresse calórico aumenta à medida que o binômio umidade relativa e temperatura ambiente ultrapassa a zona de conforto térmico, o que dificulta a dissipação de calor que, por sua vez, aumenta a temperatura corporal, com efeito negativo sobre o desempenho (FERREIRA et al., 2006).

A primeira alteração perceptível em consequência do estresse calórico é a do comportamento dos animais, que, em alguns casos, representa a única indicação de que o estresse está presente. No entanto, dentre os distúrbios mais comumente observados, podem-se citar a redução de consumo de alimentos e da taxa metabólica, o aumento da TR, da FR, do consumo de água e da sudorese e as alterações das concentrações hormonais. Finalmente, esses mecanismos resultam em redução da produção de leite e baixas taxas de concepção (PIRES et al., 2010).

A temperatura da superfície corporal depende, principalmente, das condições ambiente de umidade e temperatura do ar e vento, e das condições

fisiológicas, como vascularização e evaporação pelo suor. Assim, contribui para a manutenção da temperatura corporal mediante trocas de calor com o ambiente em temperaturas amenas. Os bovinos dissipam calor para o ambiente através da pele por radiação, condução e convecção, ou seja, perda de calor sensível. Sob condições de estresse pelo calor, as perdas sensíveis são diminuídas e a evaporação torna-se o principal processo de perda de calor (CUNNINGHAM, 1999).

Segundo Martello (2002), a temperatura da superfície corporal de vacas da raça Holandesa, alojadas em instalações climatizadas, pode variar de 31,6 °C (6h) a 34,7 °C (13h), sem indicar que o animal está sofrendo estresse pelo calor.

Em altas temperaturas ambiente, a evaporação é o principal mecanismo de perda de calor em bovinos. A dissipação de calor por evaporação dá-se pelo trato respiratório e na superfície cutânea. Esse é um processo eficiente para eliminar calor do organismo, uma vez que 1 g de água evaporada a 20 °C libera 0,6 kcal de energia calorífica (MCDOWELL, 1972).

Pires et al. (2010) verificaram TR de 38,53 °C, frequência respiratória de 52,71 mov.min⁻¹ e taxa de sudação de 182,4 g.m⁻².h⁻¹ para animais F1 HZ no verão.

A eficiência produtiva será maior se os animais estiverem em condições de conforto térmico, na qual não precisem acionar os mecanismos termorreguladores para efetuar a dissipação de calor (SOUSA JÚNIOR et al., 2008).

Caso contrário, torna-se necessário o acionamento de mecanismos fisiológicos de termorregulação que, embora permitam aos animais manterem a homeotermia, podem trazer reflexos negativos à saúde, às funções produtivas e ao seu bem-estar (SOUSA JÚNIOR et al., 2004).

Para tanto, faz-se necessário adequar a genética do rebanho às condições edafoclimáticas do território brasileiro para um melhor desempenho dos animais, sendo o gado mestiço F1 HZ uma alternativa

adequada para um bom funcionamento do sistema, pois são animais que reúnem as melhores características das raças envolvidas no cruzamento, com uma boa produção de leite aliada à rusticidade do animal (NAPOLEÃO, 2010).

Tais animais possuem características desejáveis que lhes conferem rusticidade, capacidade produtiva e adaptação ao ambiente tropical e às limitações prevalentes na maioria das fazendas, bem como sua maior resistência e boa produtividade, o que não dispensa a necessidade de práticas adequadas de manejo e de alimentação (FERREIRA et al., 1996). Além disso, devem-se considerar as baixas taxas de descarte e de mortalidade e a longevidade das vacas F1 (RUAS et al., 2008).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACCARI JÚNIOR, F. Estudo da frequência cardíaca e da temperatura retal em bovinos leiteiros da espécie *Bos taurus*. I. Efeito da idade. II. Grupos etários. Valores normais em condições naturais de clima tropical. III. Comparação entre raças, sexos e períodos do dia. **Arquivo da Escola de Veterinária da UFMG**, v.23, p.337, 1971.

BACCARI JÚNIOR, F. A temperatura corporal dos bovinos. **Gado Holandês**, n.51, p.15-19, 1987.

BELL, A.W. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. **Journal Animal Science**, v.73, p.2804-2819, 1995.

BJERRE-HARPOTH, V.; FRIGGENS, N.C.; THORUP, V.M.; LARSEN T.; DAMGAARD B.M.; INGVARTSEN, K.L.; MOYES, K.M. Metabolic and production profiles of dairy cows in response to decreased nutrient density to increase physiological imbalance at different stages of lactation. **Journal of Dairy Science**, v.95, n.5, p.2362-2380, 2012.

BRODERICK, A.G.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutrition factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal Dairy Science**, v.80, n.11, p.2964-2971, 1997.

CARVALHO, F.A.; LAMMOGLIA, M.A.; SIMÕES, M.J.; RANDEL, R.D. Breed effects thermoregulation and epithelial morphology in imported and native cattle subjected to heat stress. **Journal of Animal Science**, v.73, n.12, p.3570-3573, 1995.

CARVALHO, G.; FREITAS, A.F.; VALENTE, J.; AZEVEDO, P.C.N. Fatores de ajustamento da produção de leite, de gordura e de proteína para idade em bovinos mestiços Europeu - Zebu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, MG, v.53, n.6, p.714-719, 2001.

CARVALHO, P.H de A. **Consumo, digestibilidade, perfil metabólico e exigências nutricionais de energia para manutenção e lactação de vacas Gir e F1 Holandês x Gir em diferentes planos nutricionais.** 2016. 98f. Dissertação de Mestrado - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

CHUNG, Y.M.; PICKETT, M.M.; CASSIDY, T.W.; VARGA, G.A. Effects of prepartum dietary carbohydrate source and monensin on periparturient metabolism and lactation in multiparous cows. **Journal of Dairy Science**, v.91, n.7, p.2744-2758, 2008.

CINCOVIC, R.M.; BRANISLAVA, B.; BILJANA, R.; et al. Influence of lipolysis and ketogenesis to metabolic and haematological parameters in dairy cows during periparturient period. **Acta Veterinaria Belgrade**, v.62, n.4, p.429-444, 2012.

CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de fisiologia veterinária.** 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999.

DIRKSEN, G.; GRÜNDER, H.D.; STÖBER, M. **Exame clínico dos bovinos.** 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993.

DRAGER, C.D.; BROWN, M.S.; JETER, M.B.; DEW P.F. Effects of feed intake restriction on performance and carcass characteristics of finishing beef steers. **Professional Animal Science**, v.20, p.255-261, 2005.

DUFFIELD, T.F.; LEBLANC, S.J. Interpretation of serum metabolic parameters around the transition period. **Southwest Nutrition and Management Conference**, p.106-114, 2009.

DUFFIELD, T. F.; LISSEMORE, K. D.; McBRIDE, B. W.; LESLIE, K. E. Impacto of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production. **Journal of Dairy Science**, v.92, n.2, p.571-580, 2009.

FACÓ, O.; LÔBO, R.N.B.; MARTINS FILHO, R. Análise do desempenho produtivo de diversos grupos genéticos Holandês x Gir no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.3, p.1944-1952, 2002.

FAO - Food and Agriculture Organization. **Homepage da FAO**. 2015. Disponível em: <www.fao.org>. Acesso em: 03 abr. 2017.

FERREIRA, A. L. **Exigências nutricionais de energia de bovinos machos F1 Holandês x Gir determinadas pelas metodologias de abates comparativos e respirometria calorimétrica**. 2014. 117f. Dissertação de Doutorado - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

FERREIRA, A. de M.; TEIXEIRA, N.M. Estimativas de mudanças na produção de leite com a variação do intervalo de partos em rebanhos bovinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.24, n.4, p.177-181, 2000.

FERREIRA, F.; PIRES, M.F.A.; MARTINEZ, M.L.; COELHO, S.G.; CARVALHO, P.M.; FERREIRA, E.J.; FACURY FILHO, W.E. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.5, p.732-738, 2006.

FERREIRA, M.A.; CASTRO, A.C.G.; CAMPOS, J.M.S. Sistemas de aleitamento de bezerros 1: desempenho das vacas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.4, p.723-728, 1996.

FREITAS JÚNIOR, J.E. de; ROCHA JÚNIOR, V.R.; RENNÓ, F.P.; MELLO, M.T.P. de; CARVALHO, A.P. de; CALDEIRA, L.A. Efeito da condição corporal ao parto sobre o desempenho produtivo de vacas mestiças Holandês x Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.116-121, 2008.

GABEL, M.; PIEPER, B.; FRIEDEL, K.; RADKE, M.; HAGEMANN, A.; VOIGT, J.; KUHL, S. Influence of nutrition level on digestibility in high yielding cows and effects on energy evaluation systems. **Journal Dairy Science**, v.86, n.12, p.3992-3998, 2003.

GLORIA, J.R.; BERGMANN, J.A.G.; QUIRINO, C.R.; RUAS, J.R.M.; MATOS, C.R.A; PEREIRA, J.C.C. Curvas de lactação de quatro grupos genéticos de mestiças Holandês-Zebu, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2160-2165, 2010.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

GUIMARÃES, J.D.; ALVES, N.G.; COSTA, E.P. Eficiências reprodutiva e produtiva em vacas das raças Gir, Holandês e cruzadas Holandês x Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.641-647, 2002.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6. ed. San Diego: Academic Press, 2008.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 5. ed. San Diego: Academic Press, 1997.

KANEKO, J.J. Appendixes. In: KANEKO, J.J. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 4. ed. San Diego: Academic Press, 1989. p.877-901.

KETELAARS, J.J.M.H.; TOLKAMP, B.J. Toward a new theory of feed intake regulation in ruminants 1. Causes of differences in voluntary feed intake: critique of current views. **Livestock Production Science**, v.30, n.4, p.269-296, 1992.

MARTELLO, L.S. **Diferentes recursos de climatização e sua influência na produção de leite, na termorregulação dos animais e no investimento das instalações**. 2002. 67f. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2002.

MCDOWELL, R.E. **Improvement of livestock production in warm climate**. San Francisco: W. H. Freeman, 1972.

MERTENS, D.R. Analysis of fiber and its uses in feed evaluation and ration formulation In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, 1992, Lavras. **Anais...**Lavras: SBZ, 1992. p.1-32, 1992.

MOTA, L.S. **Adaptação e interação genótipo-ambiente em vacas leiteiras**. 1997. 69f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1997.

NAPOLEÃO, A.N. Pesquisa valoriza rebanho bovino. **Informe Agropecuário**, v.31, n.258, p.4, 2010.

NRC - National Research Council. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1988.

NRC - National Research Council. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 7. ed. Washinton, D.C.: National Academic of Sciences, 2001.

PAYNE, J.M.; PAYNE, S. **The metabolic profile**. 1. ed. Oxford: Oxford University Press, 1987.

PEIXOTO, L.A. de O.; BRONDANI, I.L.; NORNBERG, J.L.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C.; PAZINI, M.; CORADINI, M.T.; SANTOS, C.V.M. Perfil metabólico protéico e taxas de concepção de vacas de corte mantidas em pastagem natural ou suplementadas com farelo de trigo com ou sem uréia. **Ciência Rural**, v.36, n.6, p.1873-1877, 2006.

PIRES, M.F.A.; AZEVEDO, M.; SATURNINO, H.M. Adaptação de animais mestiços em ambiente tropical. **Informe Agropecuário**, v.31, n.258, p.30-38, 2010.

RIBEIRO, L. dos S. **Desempenho produtivo e reprodutivo de um rebanho de vacas F1 Holandês x Gir em Minas Gerais**. 2016, 75f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

ROBINSON, E.N. Termorregulação. In: CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. p.427-435.

RODRIGUES, M.T. Uso de fibras em rações de ruminantes In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, Viçosa. **Anais...** Viçosa: AMEZ, p.139-171, 1998.

RUAS, J.R.M.; SILVA, M.A.E.; FERREIRA, J.J. Desempenho produtivo e reprodutivo de vacas F1 Holandês x Zebu em rebanhos da EPAMIG. In: ENCONTRO DE PRODUTORES DE GADO LEITEIRO F1, 6., 2008, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, p.146-183, 2008.

SILVA, R.M.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. Uréia para vacas em lactação: 1. Consumo, digestibilidade, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1639-1649, 2001.

SMITH, T.R.; HIPPEN, A.R.; BEITZ, D.C.; YOUNG, J.W. Metabolic characteristics of induced ketosis in normal and obese dairy cows. **Journal of Animal Science**, v.80, p.1569-1581, 1997.

SMITH, B.P. **Large Animal Internal Medicine**. 4. ed. St. Louis, Missouri-US: MOSBY-Elsevier, 2009.

SOUSA JÚNIOR, S.C.; MORAIS, D.E.F.; VASCONCELOS, A.M.; NERY, K.M.; MORAIS, J.H.G.; GUILHERMINO, M.M. Respostas termorreguladoras de caprinos, ovinos e bovinos na região semi-árida. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 3., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: SNPA, 2004. CD-ROM.

SOUSA JÚNIOR, S.C.; MORAIS, D.A.E.F.; VASCONCELOS, A.M. de; NERY, K.M.; MORAIS, J.H.G.; GUILHERMINO, M.M. Características termorreguladoras de caprinos, ovinos e bovinos em diferentes épocas do ano em região semi-árida. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.2, p.127-137, 2008.

STÖBER, M. Identificação, anamnese, regras básicas da técnica de exame clínico geral. In: DIRKSEN, G.; GRÜNDER, H.D.; STÖBER, M. **Exame clínico dos bovinos**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. p.44-80.

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

THRALL, M.A.; WEISER, G.; ALLISON, R.W.; CAMPBELL, T. **Veterinary hematology and clinical chemistry**. 2. ed. Ames: Wiley-Blackwell, 2012.

TYRREL, H.F.; MOE, P.W. Effect of intake on digestive efficiency. **Journal Dairy Science**, v.58, p.602-612, 1974.

VIVENZA, P.A.D. **Perfil metabólico e hormonal de novilhos F1 Holandês x Gir submetidos à respirometria, sob diferentes planos nutricionais, em jejum e realimentação**. 2012. 110f. Dissertação de Mestrado - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

WITTEWER, F.; REYES, J.M.; OPITZ, H.; CONTRERAS, P.; BÖHMWALD, H. Determinación de urea en muestras de leche de rebaños bovinos para el diagnóstico de desbalance nutricional. **Archivo Medico Veterinario**, v.25, n.2, p.165-172, 1993.

YAMAGUCHI, L.C.T.; MARTINS, P.C.; ZOCCAL, R. Dinâmica da produção de leite no Brasil no período de 1990 a 2004. In: _____. (Org.). **Qualidade e eficiência na produção de leite**. 1. ed. Juiz de Fora - MG: Embrapa Gado de Leite, v.1, p.219-230, 2006.

3 DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento foi redigido na forma de artigo, respeitando-se as normas do “Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia”.

1 **Características produtivas, fisiológicas e metabólicas de vacas F1 Holandês x**
2 **Zebu sob diferentes planos nutricionais**

3 **Productive, physiological and metabolic characteristics of F1 Holstein X Zebu**
4 **cows under different nutritional plans**

5 **Resumo:** Objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes planos nutricionais nas
6 características produtivas, fisiológicas e metabólicas de vacas F1 Holandês x Zebu.
7 Foram utilizadas 60 vacas em lactação, em delineamento inteiramente casualizado
8 e esquema fatorial 5 x 3, com cinco níveis de oferta da dieta (2,00; 2,25; 2,50;
9 2,75% do peso corporal animal e um grupo controle com alimentação à vontade,
10 permitindo 5% de sobras da matéria seca fornecida – à vontade) e três períodos de
11 lactação (42,6±12,77; 108,2±12,07 e 173,6±16,64 dias de lactação). Os resultados
12 foram submetidos à análise de variância e testados a 5% de probabilidade. Os
13 planos nutricionais foram avaliados por meio do teste Dunnett e regressão. Os
14 períodos de lactação foram comparados pelo teste SNK. Os animais apresentaram
15 maior consumo de matéria seca no plano à vontade (16,97 kg/dia). A produção de
16 leite (PL) no primeiro e segundo períodos de lactação foi semelhante para os
17 diferentes planos nutricionais. No terceiro período de lactação, somente o plano
18 2,75% em relação ao peso corporal (PC) não diferiu do plano à vontade. Nas vacas
19 pertencentes ao segundo período de lactação, observou-se que a temperatura retal
20 da manhã no plano 2,00% PC e a frequência cardíaca da manhã nos planos 2,75;
21 2,25 e 2,00% PC foram inferiores às do plano à vontade. No primeiro período de
22 lactação, a frequência cardíaca da tarde nos planos 2,50; 2,25 e 2,00% PC foi
23 inferior à do plano à vontade. Entre os parâmetros metabólicos, somente para
24 concentração de ureia plasmática, no segundo período de lactação, foi observada
25 diferença entre os planos nutricionais 2,25 e 2,0% do PC em relação ao plano à
26 vontade. A redução máxima na quantidade de alimentos ofertados aos animais foi
27 de 46,02% e de apenas 25,98% na produção de leite. A oferta de diferentes planos
28 nutricionais a vacas F1 Holandês x Zebu não influenciou de forma marcante os
29 parâmetros fisiológicos e as concentrações de metabólitos sanguíneos relacionados
30 ao metabolismo nutricional, como também não alterou a produção leiteira até o
31 terço médio da lactação, afetando apenas a produção de leite no terço final,
32 possivelmente, devido à necessidade de acumular reserva para a lactação seguinte.

1 **Palavras-chave:** características produtivas, períodos de lactação e planos
2 nutricionais.

3 **Abstract:** The objective of this study was to evaluate the effects of different
4 nutritional plans on the productive, physiological and metabolic characteristics of
5 F1 Holstein x Zebu (HZ) cows. Sixty dairy cows were used in a completely
6 randomized design, and a 5 x 3 factorial scheme with five levels of dietary supply
7 (2.00, 2.25, 2.50, 2.75% of animal body weight and one control group with
8 unrestricted food supply, allowing 5% of leftover matter dry at will) and three
9 lactation periods (42.6 ± 12.77 , 108.2 ± 12.07 and 173.6 ± 16.64 days of lactation).
10 The results were submitted to analysis of variance, tested at 5% probability. The
11 nutritional plans were assessed through Dunnett and regression tests. The lactation
12 periods were compared by the SNK test. The animals presented higher intake of
13 dry matter when they had unrestricted food supply (16.97 kg / day). Milk yield in
14 the first and second lactation periods was similar for the different levels of dietary
15 supply. In the third lactation period only the 2.75% body weight food supply did
16 not differ from the unrestricted food supply. In cows belonging to the second
17 lactation period, the morning rectal temperature for the 2.00% body weight food
18 supply and the morning heart rate for the 2.75, 2.25 and 2.00% body weight food
19 supplies were lower when compared to the unrestricted food supply. In the first
20 lactation period, the afternoon heart rate for the 2.50, 2.25 and 2.00% body weight
21 food supplies was lower when compared to the unrestricted food supply. Among
22 the metabolic parameters, only for blood urea concentration, in the second lactation
23 period, there was difference between the 2.25 and 2.0% body weight food supplies
24 in relation to the unrestricted food supply. The maximum reduction in the levels
25 food supply offered to animals was 46.02%, and only 25.98% in milk yield. The
26 different levels of food supply to F1 Holstein x Zebu cows did not significantly
27 influence the physiological parameters and concentrations of blood metabolites
28 related to nutritional metabolism. It also did not affect milk yield until the middle
29 third of lactation, affecting milk yield only in the final third, possibly due to the
30 need to accumulate reserve for the next lactation.

31 **Keywords:** productive characteristics, lactation periods and nutritional plans.

1

Introdução

2

Na criação de ruminantes, a alimentação é responsável por grande parte dos custos, representando entre 60 a 70% destes. Portanto, é de fundamental importância conhecer as características dos alimentos e seu balanceamento nas rações, que devem ser formuladas para suprir as necessidades dos animais, explorando sua máxima capacidade digestiva (Silva *et al.*, 2001).

7

A variação da quantidade e da qualidade de volumosos e de concentrados nas dietas devidamente testados e avaliados para o consumo de vacas em lactação pode constituir alternativas sustentáveis, fazendo-se necessária a avaliação do efeito da variação dos níveis nutricionais sobre o desempenho dos animais (Magalhães *et al.*, 2004; Ferreira *et al.*, 2009).

12

O principal efeito da restrição alimentar em bovinos é a redução da taxa de passagem da digesta pelo trato gastrointestinal, que poderá ocasionar aumento do tempo de permanência do alimento no interior do trato gastrointestinal do animal e resultará em aumento da digestibilidade da dieta, por meio do maior ataque microbiano nos pré-estômagos e melhor absorção na parte posterior do sistema digestivo, mantendo a eficiência produtiva (Drager *et al.*, 2005).

18

A manutenção da temperatura corporal é determinada pelo equilíbrio entre a perda e o ganho de calor. A referência fisiológica dessa variável é obtida mediante a mensuração da temperatura retal (Robinson, 1999). Em altas temperaturas ambiente, a evaporação é o principal mecanismo de perda de calor em bovinos. A dissipação de calor por evaporação dá-se pelo trato respiratório e na superfície cutânea (McDowell, 1972).

24

Os perfis metabólicos são usados como procedimento de monitoramento rotineiro para o diagnóstico de transtornos metabólicos e deficiências derivadas da nutrição e como preventivo de transtornos subclínicos, além da pesquisa de problemas de saúde e de desempenho de um rebanho (Duffield & Leblanc, 2009).

28

Peixoto *et al.* (2006) sugerem ser possível utilizar as informações obtidas por meio do perfil metabólico para aferir o balanço nutricional dos rebanhos, uma vez que, em algumas situações, os desbalanços nutricionais podem influenciar as concentrações sanguíneas de determinados metabólitos.

31

1 sobras pesadas diariamente. A dieta foi composta por 75% de silagem de milho e
2 25% de ração comercial contendo 22% de proteína bruta.

3 Na Tab. 1, a seguir, está expressa a composição química bromatológica dos
4 componentes da dieta.

5

6 Tabela 1. Composição química bromatológica da silagem de milho, do concentrado
7 e da dieta total oferecidos aos animais F1 Holandês x Zebu, expressos em
8 porcentagem da matéria seca (%MS).

Nutriente	Silagem de Milho	Concentrado	Dieta Total
MS	50,27	92,59	60,85
MO	96,20	92,23	95,21
PB	6,84	21,83	10,58
EE	2,78	2,83	2,79
CNF	30,29	37,17	32,01
FDNcp	56,30	30,41	49,83

9 MS: Matéria seca; MO: Matéria orgânica; PB: Proteína bruta, EE: Extrato etéreo; CNF: Carbohidratos não fibrosos;
10 FDNcp: Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas.

11

12 A Tab. 2 apresenta a temperatura média do ar, a umidade relativa e o índice
13 de temperatura de globo e umidade dos períodos da manhã e da tarde, durante o
14 período experimental.

15

16 Tabela 2. Valores médios de temperatura do ar (Tar, °C), umidade relativa (UR, %)
17 e Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) do período da
18 manhã e da tarde.

Horário	Tar (°C)	UR (%)	ITGU
Manhã	27,0a	39,9a	75,2a
Tarde	31,7b	45,8b	80,0b
CV (%)	6,6	8,1	4,3

19 Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

20

21 As pesagens de leite durante o período de coleta foram realizadas em
22 quatro dias consecutivos utilizando medidores de leite instalados na linha da
23 ordenha. A pesagem dos animais (vacas e bezerros) foi realizada em balança
24 digital, e a avaliação do escore de condição corporal (ESC) foi realizada sempre
25 pela mesma pessoa, adotando uma escala de 1 (magra) a 5 (gorda).

26 O sangue de cada animal foi coletado da veia coccígea em tubos de vidro
27 contendo anticoagulante (fluoreto de sódio e oxalato de potássio), sendo a coleta
28 realizada logo após a ordenha da tarde. O plasma foi separado das células
29 sanguíneas por meio de centrifugação a 4.000 rpm, durante 10 minutos, e

1 armazenado em tubos tipo “Eppendorf”, congelados a -18 °C para posteriores
2 dosagens bioquímicas.

3 A dosagem dos metabólitos (glicose, colesterol, ureia, proteína total,
4 albumina e ácidos graxos não esterificados – AGNE) foi realizada pelo método
5 colorimétrico, com uso de *kits* comerciais específicos.

6 A aferição dos parâmetros fisiológicos (taxa de sudação, temperatura de
7 superfície, frequência cardíaca e respiratória e temperatura retal) foi realizada após
8 as ordenhas da manhã e da tarde, no segundo e quarto dias na semana de coleta.

9 A taxa de sudação foi obtida conforme metodologia descrita por Berman
10 (1957) e modificada por Schleger e Turner (1965). Essa variável foi mensurada
11 com o auxílio de cronômetro digital e realizada sempre pelo mesmo examinador.

12 A temperatura corporal de superfície (temperatura do pelame) foi aferida
13 na frente, no dorso, na canela e no úbere do animal, por meio de termômetro de
14 infravermelho digital portátil tipo pistola. A média ponderada foi calculada de
15 acordo com a metodologia recomendada por Souza (2003).

16 A frequência cardíaca foi obtida por meio de auscultação com o auxílio de
17 um estetoscópio posicionado no lado esquerdo do animal, abaixo da escápula, na
18 região próxima ao esterno. A frequência respiratória foi determinada por avaliação
19 visual, observando-se os movimentos do flanco. A temperatura retal foi registrada
20 por meio de um termômetro clínico digital inserido diretamente no reto do animal.

21 Procedeu-se à estimativa do percentual de redução do consumo de matéria
22 seca e da produção de leite, procurando-se detectar as reduções ocasionadas nessas
23 variáveis em consequência dos diferentes planos nutricionais.

24 O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em
25 esquema fatorial 5 x 3, com cinco planos nutricionais e três períodos de lactação.
26 Os resultados foram submetidos à análise de variância e testados a 5% de
27 probabilidade.

28 Os planos nutricionais foram avaliados por meio do teste de Dunnett e
29 regressão, e os períodos de lactação foram comparados pelo teste SNK. As
30 variáveis foram estudadas utilizando-se o pacote estatístico SAS (*Statistical*
31 *Analysis System*).

Resultados e Discussão

Os consumos médios de matéria seca por dia das vacas F1 HZ, nos diversos tratamentos, foram de 16,97; 12,59; 11,68; 9,95 e 9,16 kg.dia⁻¹ para os animais dos planos à vontade; e de 2,75; 2,50; 2,25 e 2,00% PC, respectivamente.

O consumo no plano à vontade foi o que apresentou maior ingestão de matéria seca (16,97 kg.dia⁻¹), uma vez que foi o único tratamento em que não houve restrição do consumo, portanto a regulação na ingestão de alimentos ocorreu por fatores intrínsecos relacionados à fisiologia de cada animal e à qualidade da dieta.

Oliveira *et al.* (2011), avaliando o CMS de animais Holandês x Gir com produção média de leite de 12,50 kg.dia⁻¹ e consumo de silagem de milho e concentrado, observaram CMS de 14,3 kg.dia⁻¹ de MS, apresentando consumo inferior ao obtido no plano à vontade e superior ao obtido nos demais planos.

A produção de leite no primeiro e segundo períodos de avaliação foi semelhante para os diferentes planos nutricionais (Tab. 3). No terceiro período de lactação, a produção de leite apresentou diferença ($P < 0,05$) entre os planos nutricionais, sendo que o plano 2,75% PC (10,45 kg/vaca.dia⁻¹) não diferiu do plano à vontade, contudo a produção de leite nos demais planos diferiu do plano à vontade (Tab. 3). Isso evidencia que as vacas F1 HZ submetidas a restrições alimentares, conforme avaliação foram capazes de manter a produção de leite até o terço médio da lactação, sendo que somente no final da lactação há alteração significativa da produção.

O escore de condição corporal e o peso vivo das vacas e dos bezerros não apresentaram efeito significativo ($P > 0,05$) para os diferentes planos nutricionais avaliados (Tab. 3). Esse fato pode ser explicado, possivelmente, devido à dupla aptidão desses animais, que possuem habilidade para produção de leite e ganho de peso, o que pode ter favorecido reservas corporais para utilização nas condições de limitado CMS.

Os animais foram eficientes em manter constante o peso, a condição corporal e a produção de leite em todos os planos, no primeiro e segundo períodos de lactação. A produção de leite foi reduzida somente no terceiro período

1 analisado, evidenciando que nesse período há necessidade de maior aporte
 2 energético, que pode ser requerido pelo desenvolvimento final da gestação e/ou
 3 pela necessidade de acumular massa corporal para utilizar na próxima lactação.

4 Carvalho (2016) também verifica tal fato, descrevendo que em rebanhos
 5 leiteiros de vacas F1 Holandês x Gir é comum, nos terços médio e final da
 6 lactação, os animais comecem a acumular gordura corporal, especialmente
 7 quando alimentados com silagem de milho e concentrado.

8
 9 Tabela 3. Produção de leite (PL), peso corporal (PC), escore de condição corporal
 10 (ESC) e peso corporal de bezerras (PCb) de vacas F1 Holandês x Zebu
 11 alimentadas com diferentes níveis de oferta, com respectivos coeficientes
 12 de variação (CV), equações de regressão (ER) e valores reais de P
 13 ($Pr > F_c$).

Variáveis	Planos nutricionais (%PC)				CV (%)	ER	R2	Pr>Fc
	**À vontade	2,75	2,50	2,25				
PL (kg)								
P1	15,80	14,30	13,87	13,60	12,98	15,176	$\hat{Y} = 14,11$	NS
P2	13,05	11,60	10,70	10,67	8,26	20,355	1	0,00904
P3	11,55	10,45	8,83*	9,12*	8,68*	11,242	2	0,00075
PC (kg)								
P1	512,25	462,00	476,00	449,75	446,75	10,682	$\hat{Y} = 469,35$	NS
P2	513,50	456,25	485,00	436,50	464,25	10,014	$\hat{Y} = 471,10$	NS
P3	473,25	455,50	440,25	440,25	462,75	8,529	$\hat{Y} = 454,40$	NS
ESC (unid.)								
P1	4,00	4,07	3,67	3,82	4,15	9,996	$\hat{Y} = 3,94$	NS
P2	4,22	4,22	4,15	4,07	3,90	7,968	$\hat{Y} = 4,11$	NS
P3	3,82	4,00	4,07	3,67	3,82	12,887	$\hat{Y} = 3,88$	NS
PCb (kg)								
P1	53,00	59,00	53,25	54,50	61,75	17,175	$\hat{Y} = 56,30$	NS
P2	91,25	84,00	95,75	96,00	96,75	14,331	$\hat{Y} = 92,75$	NS
P3	131,50	125,50	120,75	126,75	134,25	18,995	$\hat{Y} = 127,75$	NS

14 P1: Período de lactação 1 ($42,60 \pm 12,77$ dias); P2: Período de lactação 2 ($108,20 \pm 12,07$ dias); P3: Período de
 15 lactação 3 ($173,60 \pm 16,64$ dias). Médias seguidas por * diferem da testemunha (dieta fornecida à vontade) pelo
 16 teste Dunnett ($P < 0,05$). ** Consumo médio de matéria seca em porcentagem do peso vivo igual a 3,39%. NS: não
 17 significativo. $^1\hat{Y} = 1,89617 + 3,52155 x$; $^2\hat{Y} = 3,49485 + 2,45027 x$.

18 Foram analisadas as variáveis por período, por não ter ocorrido interação
 19 entre períodos e tratamentos. Observou-se maior produção de leite ($P < 0,05$) no
 20 primeiro período em relação aos demais, sendo a produção média de 14,11 kg
 21 (Tab. 4).

22 A proximidade do primeiro período de lactação avaliado ($42,6 \pm 12,77$ dias
 23 de lactação) com o pico de produção explica essa maior produção. Segundo Glória
 24 *et al.* (2010) e Balancin Júnior *et al.* (2014), o pico de produção de vacas F1 HZ

1 ocorre próximo à quarta semana de lactação, aproximadamente 23 a 28 dias após o
2 parto.

3 O peso corporal e o escore da condição corporal não apresentaram diferenças
4 ($P>0,05$) nos diferentes períodos de lactação avaliados (Tab. 4). O peso corporal
5 médio dos bezerros foi diferente ($P<0,05$) entre os períodos de lactação (Tab. 4). O
6 ocorrido deve-se ao fato de serem animais de idades diferentes, reportando assim
7 distintos pesos.

8
9 Tabela 4. Produção de leite (PL), peso corporal (PC), escore de condição corporal
10 (ESC) e peso corporal de bezerros (PCb) de vacas F1 Holandês x Zebu
11 alimentadas com diferentes níveis de oferta e três períodos de lactação,
12 com respectivos coeficientes de variação (CV) e valores reais de P
13 ($Pr>Fc$).

Variáveis	Períodos de lactação (dias)			CV(%)	Pr>Fc
	1	2	3		
PL (kg)	14,11a	10,85b	9,73b	16,303	0,000
PC (kg)	469,35	471,10	454,40	9,810	NS
ESC (unid.)	3,94	4,11	3,88	10,390	NS
PCb (kg)	56,30c	92,75b	127,75a	18,340	0,000

14 Períodos de lactação 1 ($42,60 \pm 12,77$ dias); 2 ($108,20 \pm 12,07$ dias); 3 ($173,60 \pm 16,64$ dias). Valores seguidos
15 por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem em relação ao plano nutricional pelo teste SNK ao nível
16 de significância de 5% ($P<0,05$). NS: não significativo.

17

18 Nos parâmetros fisiológicos temperatura retal da tarde, frequência
19 respiratória da manhã e da tarde, taxa de sudorese da manhã e da tarde e
20 temperatura do pelame da manhã e da tarde não foram observadas diferenças
21 significativas ($P>0,05$) entre as vacas F1 HZ submetidas aos diferentes planos
22 nutricionais (Tab. 5).

23 No segundo período de lactação, as vacas no plano 2,00% PC apresentaram
24 temperatura retal da manhã inferior à do plano à vontade. A frequência cardíaca
25 dos animais no período da manhã dos planos 2,75; 2,25 e 2,00% PC também se
26 apresentou inferior à do plano à vontade.

27 A frequência cardíaca da tarde nas vacas do primeiro período de lactação,
28 nos planos 2,50; 2,25 e 2,00% PC, foi inferior à do plano à vontade (Tab. 5). Os
29 efeitos do estresse térmico sobre a frequência cardíaca são variáveis. O aumento ou
30 a redução da frequência cardíaca dependem da intensidade de estresse a que os
31 animais estão submetidos e da capacidade de adaptação deles.

1 Em intensidade moderada de estresse térmico, a frequência cardíaca é
2 reduzida como resposta à dilatação periférica dos vasos (Kadzerea *et al.*, 2002). Os
3 efeitos do estresse térmico são mais acentuados em animais com alta taxa
4 metabólica (West, 2003; Martello *et al.*, 2004), o que se observa pelo aumento da
5 frequência cardíaca nos animais com maior aporte nutricional.
6

1 Tabela 5. Temperatura retal da manhã (TRm) e da tarde (TRt), frequência
 2 respiratória da manhã (FRm) e da tarde (FRt), frequência cardíaca da
 3 manhã (FCm) e da tarde (FCt), taxa de sudção da manhã (TSm) e da
 4 tarde (TSt) e temperatura de pelame da manhã (TPm) e da tarde (TPt) de
 5 vacas F1 Holandês x Zebu alimentadas com diferentes níveis de oferta,
 6 com respectivos coeficientes de variação (CV), equações de regressão
 7 (ER) e valores reais de P (Pr>Fc).

Variáveis	Planos nutricionais (%PC)					CV (%)	ER	R ²	Pr>Fc
	**A vontade	2,75	2,50	2,25	2,00				
TRm (°C)									
P1	38,12	38,50	38,45	38,35	38,25	0,731	Ŷ= 38,33		NS
P2	38,75	38,57	38,37	38,65	37,87*	1,032	1	0,55	0,01992
P3	38,75	38,45	38,55	38,32	38,37	0,795	Ŷ= 38,49		NS
TRt (°C)									
P1	39,00	39,02	39,02	39,27	38,92	0,763	Ŷ= 39,05		NS
P2	39,10	38,82	38,80	39,05	38,95	0,881	Ŷ= 38,94		NS
P3	39,15	38,90	38,90	38,82	39,07	0,757	Ŷ= 38,97		NS
FRm (mov.min ⁻¹)									
P1	33,00	33,00	34,00	30,00	37,00	12,465	Ŷ= 33,40		NS
P2	35,00	27,00	32,00	25,00	34,00	33,625	Ŷ= 30,60		NS
P3	26,00	25,00	24,00	22,00	23,00	19,003	Ŷ= 24,00		NS
FRt (mov.min ⁻¹)									
P1	28,00	25,00	28,00	29,00	29,50	17,825	Ŷ= 27,90		NS
P2	39,00	40,00	41,00	39,00	37,00	22,200	Ŷ= 39,20		NS
P3	33,00	33,00	30,00	36,00	30,00	14,780	Ŷ= 32,40		NS
FCm (bat.min ⁻¹)									
P1	66,00	67,00	63,00	62,00	62,00	13,356	Ŷ= 64,00		NS
P2	76,00	58,00*	71,00	59,00*	59,00*	12,306	2	0,47	0,01147
P3	78,00	75,00	61,00	59,00	58,00	19,376	3	0,86	0,01481
FCt (bat.min ⁻¹)									
P1	86,00	77,00	71,00*	73,00*	64,00*	10,157	4	0,92	0,00091
P2	87,00	81,00	77,00	76,00	66,00	14,074	5	0,92	0,01622
P3	71,00	83,00	79,00	79,00	64,00	13,386	6	0,92	0,01322
TSm (g.m ⁻² .h ⁻¹)									
P1	43,25	40,25	48,33	48,75	57,83	25,451	Ŷ= 47,68		NS
P2	60,25	70,92	72,83	56,08	53,08	56,807	Ŷ= 62,63		NS
P3	46,42	48,83	52,25	45,03	41,83	31,439	Ŷ= 46,88		NS
TSt (g.m ⁻² .h ⁻¹)									
P1	57,58	49,33	53,17	53,08	52,75	22,726	Ŷ= 53,18		NS
P2	61,17	56,25	58,75	49,42	58,58	31,915	Ŷ= 56,83		NS
P3	42,33	55,75	62,17	45,50	45,50	26,503	Ŷ= 50,25		NS
TPm (°C)									
P1	34,03	34,45	34,78	35,64	34,98	3,509	Ŷ= 34,77		NS
P2	35,29	34,95	34,26	35,02	34,56	2,039	Ŷ= 34,82		NS
P3	35,59	36,12	35,69	35,69	35,45	1,880	Ŷ= 35,71		NS
TPt (°C)									
P1	36,97	37,80	37,52	38,05	36,50	3,800	Ŷ= 37,37		NS
P2	35,76	35,70	35,35	35,54	34,86	2,553	Ŷ= 35,44		NS
P3	39,68	38,88	39,62	39,94	40,06	1,982	Ŷ= 39,64		NS

8 P1: Período de lactação 1 (42,60 ± 12,77 dias); P2: Período de lactação 2 (108,20 ± 12,07 dias); P3: Período de
 9 lactação 3 (173,60 ± 16,64 dias). Médias seguidas por * diferem da testemunha (dieta fornecida à vontade) pelo
 10 teste Dunnett (P<0,05). ** Consumo médio de matéria seca em porcentagem do peso vivo igual a 3,39%. NS: não
 11 significativo. ¹Ŷ= 37,0464 + 0,549778 x; ²Ŷ= 33,6305 + 12,1735 x; ³Ŷ= 18,4244 + 18,7797 x; ⁴Ŷ= 32,1819 +
 12 16,5165 x; ⁵Ŷ= 37,4949 + 15,6860 x; ⁶Ŷ= -196,72 + 209,355 x - 39,2078 x².

13

14 Nas vacas dos três períodos avaliados, a temperatura retal, a frequência
 15 cardíaca e a taxa de sudção das vacas, tanto do período da manhã como no da
 16 tarde (Tab. 6), não apresentaram diferenças significativas (P>0,05). A frequência

1 respiratória do período da manhã dos animais pertencentes ao primeiro e segundo
2 períodos de lactação apresentou-se elevada em relação aos animais do terceiro
3 período (Tab. 6). Isso foi decorrente, provavelmente, do fato de os animais de
4 maior produção de leite produzirem mais calor e, assim, necessitarem perdê-lo
5 através da forma latente, a evaporação.

6 Alterações nos parâmetros fisiológicos se justificam pela dificuldade de
7 perda de calor por radiação, condução e convecção, ativando os mecanismos de
8 sudorese e aumento da frequência respiratória, ou seja, o centro termorregulador,
9 sediado no hipotálamo, dá início à termólise, especialmente por via evaporativa,
10 através do aumento da frequência respiratória (McDowell, 1975). O estresse
11 calórico é caracterizado pelo aumento da temperatura superficial e retal dos
12 animais, e mecanismos de termorregulação, controlados pelos sistemas endócrino e
13 nervoso, são desencadeados tendo como respostas principais o aumento das
14 frequências respiratória e cardíaca (Arcaro Junior *et al.*, 2003; Martello *et al.*,
15 2004).

16 Segundo Buffington *et al.* (1981), valores de ITGU de até 74 indicam uma
17 situação de conforto para os animais, enquanto valores de 74 a 78 indicam situação
18 de alerta e valores de 79 a 84, situação perigosa. Já valores acima de 84 indicam
19 uma situação de emergência, necessitando de intervenção no sistema de produção.
20 No presente experimento, o ITGU da manhã foi de 75,2 e o da tarde, de 80,0.
21 Entretanto, os valores de temperatura retal dos animais evidenciam que estes foram
22 eficientes em manter o equilíbrio térmico.

1 Tabela 6. Temperatura retal da manhã (TRm) e da tarde (TRt), frequência
 2 respiratória da manhã (FRm) e da tarde (FRt), frequência cardíaca da
 3 manhã (FCm) e da tarde (FCt), taxa de sudorese da manhã (TSm) e da
 4 tarde (TSt) e temperatura de pelame da manhã (TPm) e da tarde (TPt) de
 5 vacas F1 Holandês x Zebu alimentadas com diferentes níveis de oferta e
 6 três períodos de lactação, com respectivos coeficientes de variação (CV)
 7 e valores reais de P (Pr>Fc).

Variáveis	Períodos de lactação (dias)			CV(%)	Pr>Fc
	1	2	3		
TRm (°C)	38,33	38,44	38,49	0,863	NS
TRt (°C)	39,05	38,94	38,97	0,802	NS
FRm (mov.min-1)	33,40a	30,60a	24,00b	23,619	0,000
FRt (mov.min-1)	27,90c	39,20a	32,40b	19,337	0,000
FCm (bat.min-1)	64,00	64,60	66,20	15,421	NS
FCt (bat.min-1)	74,20	77,40	75,20	12,706	NS
TSm (g.m-2.h-1)	806,35	613,87	820,11	44,490	NS
TSt (g.m-2.h-1)	722,95	676,52	765,11	27,605	NS
TPm (°C)	34,77b	34,82b	35,71a	2,572	0,002
TPt (°C)	37,37b	35,44c	39,64a	6,163	0,000

8
 9
 10
 11
 12
 13
 14
 15
 16
 17
 18
 19
 20
 21
 22
 23
 24
 25
 26
 27
 28

Períodos de lactação 1 (42,60 ± 12,77 dias); 2 (108,20 ± 12,07 dias); 3 (173,60 ± 16,64 dias). Valores seguidos por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem em relação ao plano nutricional pelo teste SNK ao nível de significância de 5% (P<0,05). NS: não significativo.

Os valores encontrados no presente estudo para proteína total e albumina encontram-se dentro da faixa proposta por Broderick e Clayton (1997), de 6,48 a 9,00 mg.dL⁻¹ para proteína total e de 3,00 a 3,48mg.dL⁻¹ para albumina. Somente para concentração de ureia, no segundo período de lactação, foram observadas diferenças significativas (P<0,05) entre os animais submetidos aos planos nutricionais 2,25 e 2,0% do PC em relação aos animais do plano à vontade (Tab. 7). Isso demonstra a maior excreção de ureia pelos animais que permaneceram numa condição de restrição alimentar de maior intensidade. Segundo Kaneko *et al.* (1997), valores de referência da concentração sérica da ureia estão entre 6,0 e 27 mg.dL⁻¹. No presente estudo, os valores se apresentaram acima dessa faixa.

De acordo com Russell *et al.* (1992), quantidades elevadas de aminoácidos resultantes da proteólise são deaminadas e utilizadas como fonte de energia. Em consequência, ocorre maior produção de amônia, e o seu excesso é absorvido e perdido, pela urina, na forma de ureia (Morrison & Mackie, 1996).

A restrição alimentar pode ter proporcionado a elevação dos níveis de ureia, devido à reduzida oferta de energia e proteína provinda do menor CMS (Douglas *et al.*, 2006). Essa estratégia, além de acarretar o aumento da lipólise, também

1 ocasiona o aumento da degradação proteica provinda de tecido muscular. Isso
 2 ocorre na tentativa de manter os níveis de glicose a partir da gliconeogênese, que
 3 também utiliza os aminoácidos para a formação de uma nova molécula de glicose
 4 (Bauman, 1992). A partir da proteólise ocorre o acúmulo de ureia, elevando seus
 5 níveis no plasma (González & Silva, 2003).

6
 7 Tabela 7. Glicose (GLI), proteína total (PTN), albumina (ALB), colesterol (COL),
 8 ácidos graxos não esterificados (AGNE), ureia (URE) de vacas F1
 9 Holandês x Zebu alimentadas com diferentes níveis de oferta, com
 10 respectivos coeficientes de variação (CV), equações de regressão (ER) e
 11 valores reais de P (Pr>Fc).

Variáveis	Planos nutricionais (%PC)				CV (%)	ER	R ²	Pr>Fc
	**À vontade	2,75	2,50	2,25				
GLI (mg.dL ⁻¹)								
P1	67,49	59,56	69,21	80,49	80,42	21,362	Ŷ= 71,43	NS
P2	103,86	119,58	97,42	103,10	101,85	35,493	Ŷ= 105,16	NS
P3	109,98	103,68	125,22	107,73	99,20	23,346	Ŷ= 109,16	NS
PTN (mg.dL ⁻¹)								
P1	7,10	6,84	7,05	8,48	6,94	20,409	Ŷ= 7,28	NS
P2	7,91	9,85	7,84	7,88	7,80	22,952	Ŷ= 8,26	NS
P3	8,85	7,97	8,63	8,05	8,51	7,747	Ŷ= 8,40	NS
ALB (mg.dL ⁻¹)								
P1	2,49	3,03	2,88	3,10	3,17	14,309	1	0,81
P2	2,92	4,08	2,89	3,26	3,01	21,739	Ŷ= 3,23	NS
P3	2,50	2,85	2,75	2,56	2,77	10,987	Ŷ= 2,69	NS
COL (mg.dL ⁻¹)								
P1	147,60	154,62	132,74	158,12	145,90	20,336	Ŷ= 147,80	NS
P2	134,16	147,99	108,95	112,30	109,09	50,284	Ŷ= 122,50	NS
P3	91,10	84,87	90,99	99,23	107,56	19,372	Ŷ= 94,75	NS
AGNE (mg.dL ⁻¹)								
P1	0,42	0,59	0,39	0,51	0,69	30,491	Ŷ= 0,52	NS
P2	0,41	0,63	0,39	0,39	0,46	53,208	Ŷ= 0,45	NS
P3	0,38	0,24	0,40	0,44	0,40	29,307	2	0,92
URE (mg.dL ⁻¹)								
P1	32,66	28,54	32,18	35,52	36,26	15,340	Ŷ= 33,03	NS
P2	24,70	30,42	29,05	32,36*	36,92*	14,434	3	0,88
P3	47,28	48,51	44,47	47,70	51,61	7,540	Ŷ= 47,92	NS

12 P1: Período de lactação 1 (42,60 ± 12,77 dias); P2: Período de lactação 2 (108,20 ± 12,07 dias) e P3: Período de
 13 lactação 3 (173,60 ± 16,64 dias). Médias seguidas por * diferem da testemunha (dieta fornecida à vontade) pelo
 14 teste Dunnett (P<0,05). ** Consumo médio de matéria seca em porcentagem do peso vivo igual a 3,39%. NS: não
 15 significativo. ¹Ŷ= 4,25596 - 0,51944 x; ²Ŷ= -20,155 + 25,0093 x - 9,995750 x² + 1,29535 x³; ³Ŷ= 53,4678 -
 16 8,95218 x.

17
 18 A concentração de glicose plasmática foi menor (P<0,05) no período inicial
 19 de lactação em relação aos demais períodos (Tab. 8), possivelmente, devido ao fato
 20 de a produção leiteira ser distinta entre os períodos e também provavelmente pelo
 21 fato de os animais do primeiro período estarem em balanço energético negativo.

22 Entretanto, os valores apresentados pelos animais do segundo e terceiro
 23 períodos apresentaram-se acima da faixa proposta por Kaneko *et al.* (2008), de 45 a

1 75 mg.dL⁻¹. Isso decorre provavelmente do fato apresentarem produção de leite
 2 menor do que as produções leiteiras frequentemente citadas na literatura, o que
 3 reduziria a demanda da glândula mamária por glicose.

4 Carvalho (2016), avaliando a influência da restrição alimentar sobre o perfil
 5 metabólico de vacas F1 Holandês x Gir no terço médio e final da lactação,
 6 encontrou concentração de glicose plasmática de 82,01 mg.dL⁻¹, valor também
 7 acima da faixa de normalidade.

8 Segundo Payne e Payne (1987), as concentrações de glicose em ruminantes
 9 apresentam pequena variabilidade em função da alta capacidade de gliconeogênese
 10 hepática. Além disso, devido à necessidade desse componente em determinados
 11 tecidos como cérebro e glândula mamária, adaptações fazem com que ocorra um
 12 adequado controle das concentrações de glicose no sangue.

13 Também houve diferença entre os valores de proteína total entre os períodos
 14 de lactação, sendo que o primeiro período (7,28 mg.dL⁻¹) apresentou valor inferior
 15 ao dos demais períodos (Tab. 8). Zambrano e Marques Júnior (2009) avaliaram o
 16 efeito da fase da lactação sobre o perfil metabólico em vacas mestiças leiteiras e
 17 encontraram variação nas concentrações de proteína total e albumina, o que
 18 confirma a necessidade da adequação dos valores de referência do perfil
 19 metabólico em função da fase da lactação.

20

21 Tabela 8. Glicose (GLI), proteína total (PTN), albumina (ALB), colesterol (COL),
 22 ácidos graxos não esterificados (AGNE), ureia (URE) de vacas F1
 23 Holandês x Zebu alimentadas com diferentes níveis de oferta e três
 24 períodos de lactação, com respectivas coeficientes de variação (CV) e
 25 valores reais de P (Pr>Fc).

Variáveis	Períodos de lactação (dias)			CV(%)	Pr>Fc
	1	2	3		
GLI (mg.dL ⁻¹)	71,43b	105,16a	109,16a	28,914	0,000
PTN (mg.dL ⁻¹)	7,28b	8,26a	8,40a	18,050	0,035
ALB (mg.dL ⁻¹)	2,93ab	3,23a	2,69b	17,023	0,008
COL (mg.dL ⁻¹)	147,80a	122,50ab	94,75b	33,666	0,003
AGNE (mg.dL ⁻¹)	0,52	0,45	0,37	39,704	NS
URE (mg.dL ⁻¹)	33,03b	30,69b	47,92a	11,852	0,000

26 Períodos de lactação 1 (42,60 ± 12,77 dias); 2 (108,20 ± 12,07 dias); 3 (173,60 ± 16,64 dias). Valores seguidos
 27 por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem em relação ao plano nutricional pelo teste SNK ao nível
 28 de significância de 5% (P<0,05). NS: não significativo.

29

30 A concentração plasmática de ureia foi maior no terceiro período de lactação
 31 em relação aos períodos iniciais (Tab. 8), o que pode estar relacionado à

1 mobilização de proteína para compensar o menor aporte energético. Tal fato,
 2 associado à variação da produção de leite observada nesse período, demonstra que
 3 esses animais possuem maior demanda energética no terço final da lactação,
 4 fazendo-se necessárias avaliações sobre a partição da energia e as exigências
 5 nutricionais para manutenção, lactação e gestação.

6 O colesterol apresentou-se maior no primeiro e segundo períodos de
 7 lactação. O colesterol está associado a proteínas transportadoras e, no início da
 8 lactação, há maior mobilização de gordura, sendo que o aumento da concentração
 9 plasmática de colesterol pode ser reflexo dessa mobilização.

10 Avaliando a estimativa de redução de consumo e da produção de leite nos
 11 animais, houve redução máxima de 46,02% na quantidade de alimentos ofertados
 12 aos animais no plano 2,00% PC, o que promoveu uma redução de apenas 25,98%
 13 na produção de leite (Tab. 9).

14
 15
 16

Tabela 9. Estimativa da redução de consumo e da produção de leite em vacas F1
 Holandês x Zebu submetidas a diferentes níveis de oferta da dieta.

Variáveis	Níveis de oferta da dieta (% PC)				
	**À vontade	2,75	2,50	2,25	2,00
Consumo médio kg/dia MS*	16,97	12,59	11,68	9,95	9,16
Percentual da redução do consumo em relação à vontade (%)	0,00	25,81	31,17	41,36	46,02
Média produção leite kg/dia*	13,47	12,12	11,14	11,13	9,97
Percentual da redução de leite em relação ao plano à vontade (%)	0,00	10,02	17,29	17,37	25,98

17
 18
 19

*Valores médios dos três períodos de lactação avaliados. ** Consumo médio de matéria seca em porcentagem do peso vivo igual a 3,39%.

20 Faz-se necessária uma avaliação individual de cada caso, para assim avaliar
 21 o custo/benefício da redução da dieta, considerando principalmente a relação entre
 22 o preço do leite e o custo da dieta. Vale ressaltar que até o terço médio da lactação
 23 há a possibilidade de redução da quantidade de matéria seca ofertada sem afetar de
 24 maneira significativa a produção de leite, reduzindo assim os custos com
 25 alimentação do rebanho.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28

Conclusões

A oferta de diferentes planos nutricionais a vacas F1 Holandês x Zebu não influenciou de forma marcante os parâmetros fisiológicos e as concentrações de metabólitos sanguíneos relacionados ao metabolismo nutricional.

Também não alterou a produção leiteira até o terço médio da lactação, afetando apenas a produção de leite no terço final, possivelmente, devido à necessidade de acumular reserva para a lactação seguinte.

Agradecimentos

A FAPEMIG, pelo auxílio financeiro (PPM – CVZ 00558-16), CAPES e CNPq, pela concessão de bolsas de estudo, INCT - Ciência Animal, Finep e MCTI, pelo apoio financeiro ao projeto nº 1334/13, e EPAMIG - Campo Experimental de Felixlândia.

Referências bibliográficas

ARCARO JUNIOR, I. *et al.* Teores plasmáticos de hormônios, produção e composição do leite em sala de espera climatizada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.7, n.2, p.350-354, 2003.

BALANCIN JÚNIOR, A. *et al.* Avaliação de desempenho produtivo e reprodutivo de animais mestiços do cruzamento Holandês x Gir. *Boletim de Indústria Animal*, v.71, n.4, p.357-364, 2014.

BAUMAN, D.E. Bovine somatotropin: review of emerging animal technology. *Journal of Dairy Science*, v.75, n.12, p.3432-3451, 1992.

BUFFINGTON, D.E. *et al.* Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Transactions of the ASE*, v.24, n.3, p.711-714, 1981.

- 1 BRODERICK, A.G.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and
2 nutrition factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. *Journal Dairy*
3 *Science*, v.80, n.11, p.2964-2971, 1997.
- 4 CARVALHO, P.H de A. *Consumo, digestibilidade, perfil metabólico e exigências*
5 *nutricionais de energia para manutenção e lactação de vacas Gir e F1 Holandês x*
6 *Gir em diferentes planos nutricionais*. 2016. 98 f. Dissertação (Mestrado) – Escola
7 de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.
- 8 DRAGER, C.D. *et al.* Effects of feed intake restriction on performance and carcass
9 characteristics of finishing beef steers. *Professional Animal Science*, v.20, p.255-
10 261, 2005.
- 11 DOUGLAS, G.N. *et al.* Prepartal Plane of Nutrition, Regardless of Dietary Energy
12 Source, Affects Periparturient Metabolism and Dry Matter Intake in Holstein
13 Cows. *Journal of Dairy Science*, v.89, n.6, p.2141-2157, 2006.
- 14 DUFFIELD, T.F.; LEBLANC, S.J. Interpretation of serum metabolic parameters
15 around the transition period. *Southwest Nutrition and Management Conference*,
16 p.106-114, 2009.
- 17 FERREIRA, M.A. *et al.* Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semi-
18 árido do Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.1, p.322-329, 2009.
- 19 FREITAS JÚNIOR, J.E. de; ROCHA JÚNIOR, V.R.; RENNÓ, F.P. *et al.* Efeito da
20 condição corporal ao parto sobre o desempenho produtivo de vacas mestiças
21 Holandês x Zebu. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.1, p.116-121, 2008.
- 22 GLÓRIA, J.R. *et al.* Curvas de lactação de quatro grupos genéticos de mestiças
23 Holandês-Zebu. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.10, p.2160-2165, 2010.
- 24 GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. *Introdução à bioquímica clínica animal*. Porto
25 Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.
- 26 KADZEREA, C.T. *et al.* Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock*
27 *Production Science*, v.77, n.1, p.59-91, 2002.

- 1 KANEKO, J.J. *et al. Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 5. ed. San Diego:
2 Academic Press, 1997.
- 3 KANEKO, J.J. *et al. Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 6. ed. San Diego:
4 Academic Press, 2008.
- 5 MAGALHÃES, A.L.R. *et al. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho*
6 *em dietas para vacas em lactação: desempenho e viabilidade econômica. Revista*
7 *Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.5, p.1292-1302, 2004.
- 8 MARTELLO, L.S. *et al. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas*
9 *em lactação submetidas a diferentes ambientes. Revista Brasileira de Zootecnia*,
10 v.33, n.1, p.3-11, 2004.
- 11 MCDOWELL, R.E. *Improvement of livestock production in warm climate*. San
12 Francisco: W. H. Freeman, 1972.
- 13 McDOWELL, R.E. *Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales*.
14 Zaragoza: Acríbia, 1975.
- 15 MORRISON, M.E.; MACKIE, R.I. Nitrogen metabolism by ruminal
16 microorganisms: current understanding and future perspectives. *Australian Journal*
17 *of Agricultural Research*, v.47, n.2, p.227-246, 1996.
- 18 OLIVEIRA, I.S. *et al. Consumo, digestibilidade e desempenho de vacas leiteiras*
19 *submetidas a dietas baseadas em volumosos tropicais no Centro-Oeste do Brasil.*
20 *Livestock Research for Rural Development*, v.23, n.11, p.224, 2011.
- 21 PAYNE, J.M.; PAYNE, S. *The metabolic profile*. 1. ed. Oxford: Oxford University
22 Press, 1987.
- 23 PEIXOTO, L.A. de O. *et al. Perfil metabólico protéico e taxas de concepção de*
24 *vacas de corte mantidas em pastagem natural ou suplementadas com farelo de trigo*
25 *com ou sem uréia. Ciência Rural*, v.36, n.6, p.1873-1877, 2006.

- 1 ROBINSON, E.N. Termorregulação. In: CUNNINGHAM, J.G. *Tratado de*
2 *fisiologia veterinária*. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. p.427-435.
- 3 RUSSEL, J.B. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle
4 diets: I. Rumen fermentation. *Journal of Animal Science*, v.70, n.11, p.3551-3561,
5 1992.
- 6 SAS Institute Inc. 2004. Statistical analysis system. Release 9.1. (Software). Cary.
7 USA.
- 8 SCHLEGER, A.V.; TURNER, H.G. Swetting rates of cattle in field and their
9 reaction to diurnal and seasonal changes. *Australian Journal of Agricultural*
10 *Research*, v.16, n.1, p.92-106, 1965.
- 11 SILVA, R.M.N. *et al.* Uréia para vacas em lactação: 1. Consumo, digestibilidade,
12 produção e composição do leite. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.5, p.1639-
13 1649, 2001.
- 14 SOUZA, S.R.L. *Análise do ambiente físico de vacas leiteiras alojadas em sistema*
15 *de free stall*. 2003. 70 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia
16 Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2003.
- 17 WEST, J.W. Effects of heat stress on production in dairy cattle. *Journal Dairy*
18 *Science*, v.86, n.6, p.2131-2144, 2003.
- 19 ZAMBRANO, W.J.; MARQUES JÚNIOR, A.P. Perfil metabólico de vacas
20 mestiças leiteiras do pré-parto ao quinto mês da lactação. *Zootecnia Tropical*, v.27,
21 n.4, p.475-488, 2009.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os parâmetros produtivos, fisiológicos e metabólicos de vacas em lactação submetidas a restrição alimentar dependem dos efeitos da severidade e duração da restrição.

A restrição alimentar pode ser utilizada em vacas F1 Holandês x Zebu até o terço médio da lactação, uma vez que a produção de leite é mantida.

A restrição de oferta da dieta de vacas F1 Holandês x Zebu não alterou a produção leiteira e reduziu a quantidade de alimento ofertado.