10.30612/agrarian.v11i42.7475

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Perfil metabólico de novilhas alimentadas com diferentes fontes proteicas

Metabolic profile of heifers fed with different protein sources

Diego Azevedo Mota, Nelma Pinheiro Fragata, Thiago Vasconcelos Melo, Felipe Nogueira Domingues, Claudia Braga Pereira Bento, Jenevaldo Barbosa da Silva

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – Instituto de Ciências Agrarias, R. Cruzeiro, 1 - Jardim Sao Paulo, Teófilo Otoni - MG, 39803-371, diegozootecnista@yahoo.com.br
[2] Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
[3] Universidade Federal do Pará

Recebido em: 27/02/2018 Aceito em:07/06/2018

Resumo: Objetivou-se avaliar o perfil dos metabólitos sanguíneos de novilhas leiteiras alimentadas com dietas isoproteicas constituídas por quatro fontes de proteína (farelos de soja, algodão, girassol e amendoim) contendo cana-de-açúcar como volumoso exclusivo. O delineamento experimental adotado foi um duplo quadrado latino 4 x 4, com oito animais, quatro tratamentos e quatro períodos experimentais. Na análise dos parâmetros sanguíneos foi utilizado um modelo que incluiu o efeito do quadrado, período, fontes proteicas, horário, e interação fontes proteicas x horários e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As concentrações de proteínas totais, albumina, ureia e creatinina no soro sanguíneo das novilhas não foram influenciadas pelas diferentes fontes proteicas (P>0,05), porém, observou-se diferença significativa apenas nas concentrações médias de creatinina entre os horários de coleta de sangue (P<0,05). Entre os horários de coleta do sangue foi observada diferença significativa (P<0,05) nas concentrações médias de beta-hidroxibutirato e ácidos graxos não esterificados, e uma tendência para triglicérides (P=0,06). As fontes proteicas não causam alterações nas atividades séricas, sendo que os valores do perfil metabólico sanguíneo se mantiveram na faixa dos valores considerados referência.

Palavras-chave: alanina aminotransferase, beta-hidroxibutirato, cálcio total, concentrações séricas, proteína total.

Abstract: The objective was to evaluate the profile of blood metabolites in dairy heifers fed isoproteic diets constituted by four protein sources (soybean meals, cotton, sunflower and peanut) containing sugarcane as exclusive roughage. The experimental design was a double Latin Square 4 x 4, with eight animals, four treatments and four experimental periods. In the analysis of blood parameters it was used a model that included the effect of the square, period, protein sources, time, and interaction protein sources x times and the averages compared by Tukey test at 5% probability. The concentrations of total protein, albumin, urea and creatinine in the blood serum of the heifers were not affected by different protein sources (P>0.05), but there was significant difference only in the average concentrations of creatinine among the blood collection times (P<0.05).Among the blood collection times was show significant differences (P<0.05) in average concentrations of beta-hydroxybutyrate and fatty acids not esterified, and a tendency to triglycerides (P=0.06).The protein sources do not cause changes in serum activities, and the blood metabolic profile values maintained in the range of values considered reference.

Keywords: alanine aminotransferase, beta-hydroxybutyrate, serum concentrations, total calcium, total protein.

Introdução

Para que as novilhas leiteiras demonstrem todo seu potencial produtivo, é necessário atender suas exigências nutricionais pelo fornecimento de dietas balanceadas tanto em qualidade como em quantidade, pois uma adequada nutrição na fase pré-púbere é fundamental para que novilhas expressem todo o seu potencial genético para a produção de leite (Maciel et al. 2012, Santana Júnior et al. 2013)

Baseado nisso, destaca-se que, os estudos dos perfis metabólicos são utilizados para monitorar rotineiramente o diagnóstico de transtornos metabólicos, a deficiência advinda da

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

nutrição e para prevenir os transtornos subclínicos (Arruda et al. 2008; Calixto Junior et al. 2010; Fonseca et al., 2016) uma vez que, em algumas situações, os desbalanços nutricionais podem influenciar nas concentrações sanguíneas de alguns metabólitos (Silva et al., 2016) . Além disso, o desequilíbrio entre os nutrientes que são ingeridos pelos animais podem provocar doenças metabólicas ou da produção. Esse desbalanço nutricional é provocado devido ao aporte ou o consumo de um determinado alimento que não é capaz de preencher as exigências para a mantença ou produção. Se o desbalanço nutricional for severo ou moderado persistindo por um período relativamente longo, o animal esgota suas reservas corporais para suprir a carência do nutriente e acaba ficando doente (Peixoto e Osório, 2007; Zambrano e Marques Junior, 2009).

Neste contexto, objetivou-se avaliar o perfil dos metabólitos sanguíneos de novilhas leiteiras alimentadas com diferentes fontes proteicas.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no setor de digestibilidade pertencente ao Departamento de Zootecnia, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal-SP.

Foram utilizadas oito novilhas Holandês x Zebu, com peso corporal (PC) médio inicial de 202,12 kg ± 11,54 e com 18 meses de idade. Os animais foram mantidos em baias individuais com dimensão de 21 m^2 com bebedouros e comedouros individuais.

As dietas experimentais utilizadas eram isoproteicas e foram fornecidas na proporção volumoso:concentrado de 60:40, com base na matéria seca. A cana-de-açúcar utilizada como volumoso exclusivo foi a variedade SP80-2015, colhida de forma manual a cada dois dias e picada diariamente para o fornecimento aos animais. A picagem foi realizada com auxílio de picadeira estacionária regulada para que o tamanho da partícula não excedesse a 2,0 cm. Os concentrados foram compostos de milho grão moído, suplemento mineral,ureia e diferentes fontes proteicas (farelos de soja, algodão, amendoim e girassol).

A formulação das dietas foi realizada de acordo com a recomendações estimadas pelo sistema Cornell Net Carbohidrate and Protein System, com auxílio do programa de formulação de ração RLM®/Esalq-USP. As dietas foram formuladas a fim de atender os requisitos mínimos de proteína degradável (PDR) e não degradável no rúmen (PNDR) imposto pelo programa. As composições químicas das fontes proteicas e dos concentrados encontram-se na Tabela 1.

A alimentação foi fornecida em duas refeições diárias, às 7h00min e às 15h30min, sendo que na alimentação pela manhã os animais recebiam todo o volumoso e aproximadamente 50% do concentrado total, enquanto que na alimentação pela tarde o restante do concentrado era fornecido e misturado ao alimento presente no cocho. No período de adaptação dos animais à dieta foi realizado o ajuste do consumo de modo a permitir aproximadamente 10% de sobras do total de alimento fornecido.

O período experimental foi constituído de 15 dias, sendo 14 dias de adaptação e um dia de coleta de sangue para determinação dos metabólicos sanguíneos, sendo que a cada período experimental foram realizadas duas coletas de sangue, sendo a primeira realizada antes da alimentação (0 horas) e a segunda quatro horas após a alimentação da manhã, visando identificar diferenças metabólicas entre o material coletado em jejum e após a alimentação.

Foi realizada uma desinfecção da região cervical com solução de álcool iodado a 10% antes da coleta de sangue, a qual foi feita em tubos de ensaio com vácuo, sem anticoagulante para separação do soro sanguíneo (BD Labor Import® – sem aditivo). A coleta foi procedida por punção da veia jugular externa com agulhas estéreis e o material coletado foi acondicionado em caixa isotérmica, sob uma temperatura compreendida entre 8 e 15ºC. Em seguida, o sangue foi centrifugado a 3.000 rpm durante 15 minutos para separação do soro sanguíneo. Os materiais separados foram retidos e armazenados em recipientes plásticos de l,5 mL, sendo acondicionados à temperatura de -20ºC.

Os metabólitos sanguíneos proteicos determinados foram: Proteína total, realizada pelo método do Biureto; Albumina, pelo método do Verde de Bromocresol; Ureia, segundo o método enzimático UV; e Creatinina pelo método do princípio da reação com solução de Picrato em meio alcalino (Labtest Diagnóstica S.A.,Brasil).

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Tabela 1. Porcentagem dos ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas experimentais.

Ingredientes	Dietas[1] (g kg^{-1})			
	FS	FAL	FAM	FG
Cana-de-açúcar	600	600	600	600
Farelo de Soja	150	-	-	-
Farelo de Algodão	-	150	-	-
Farelo de Amendoim	-	-	148	-
Farelo de Girassol	-	-	-	180
Milhomoído	236	235	233	200
Suplemento mineral[2]	10	10	10	10
Ureia	6,5	5	9	10
Perfil Nutricional				
MS[3](g kg^{-1}as fed)	535,2	536,6	535,4	537,7
Matériaorgânica[4]	965,8	965,5	967,5	968,4
Proteínabruta[4]	134,9	133,1	133,2	131,2
Extratoetéreo[4]	11,10	9,90	9,00	8,00
FDN[4]	388,0	351,0	359,0	362,2
FDA[4]	188,7	189,2	194,9	199,8
Lignina[4]	20,1	27,8	22,3	21,7

[1]FS = Farelo de Soja; FAL = Farelo de Algodão; FAM = Farelo de Amendoim, FG = Farelo de Girassol.[2]Composição do produto (Cálcio: 146 g; Fósforo: 40 g; Magnésio: 20 g; Enxofre: 40 g; Sódio: 56 g; Cobre: 350 g; Manganês: 900 mg; Zinco: 1300 mg; Iodo: 24 mg; Cobalto: 10 mg; Selênio: 10 mg; Flúor (máx.): 400 mg; Monensina: 670mg).[3] (g kg^{-1} as fed);[4]g kg^{-1}drymatter.

Os metabólitos sanguíneos energéticos avaliados foram: Beta-hidroxibutirato, utilizando o kit comercial Randox® (FA 1007); Colesterol total por reação de ponto final, pelo método enzimático-Trinder Labtest® Diagnóstica S.A.); Ácidos graxos livres utilizando o kit comercial da Randox® (FA115); triglicérides por reação de ponto final, pelo método enzimático-Trinder(Labtest® Diagnóstica S.A.); e Glicose determinada utilizando um método enzimático colorimétrico (Labtest Diagnóstica S.A.,Brasil).

Na avaliação do perfil sanguíneo de minerais foram realizadas dosagens séricas de cálcio, fósforo, magnésio, sódio iônico, potássio iônico e cálcio iônico. Os métodos e respectivos kits comerciais utilizados para realização das dosagens bioquímicas foram o cálcio mediante medições fotométricas pelo método CPC (Labtest® Diagnóstica S.A.); sódio, potássio e cálcio iônicos determinados através do método do íon seletivo, utilizando o sistema de eletrodos (aparelho Electrolyte Analyzer 9810, Roche Diagnostics®).

A atividade enzimática sérica da alanina aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST), fosfatase alcalina (ALP), creatina quinase (CK) e gama glutamiltransferase (GGT) foi determinada por meio de um teste cinético UV, utilizando-se kits comerciais (Labtest® Diagnóstica S.A). As dosagens bioquímicas acima descritas que utilizaram kits comerciais foram realizadas com leituras em aparelho semi-automático Labquest®.

O delineamento experimental adotado foi um duplo quadrado latino 4 x 4, com oito animais, quatro tratamentos e quatro períodos experimentais. Na análise dos parâmetros sanguíneos foi utilizado um modelo que incluiu o efeito do quadrado, período, fontes proteicas, horário, e interação fontes proteicas x horário pelo procedimento PROC MIXED do SAS (2004) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

As concentrações de proteína total, albumina, ureia e creatinina no soro sanguíneo das novilhas mestiças Holandês/Zebu não foram influenciadas pelas diferentes fontes proteicas ($P>0,05$), no entanto, foram observadas diferenças significativas ($P<0,05$) em todas as concentrações médias entre os horários de coleta de sangue (antes ou 4 horas após a alimentação), exceto nas concentrações de creatinina ($P>0,05$) (Tabela 2).Não houve interação significativa ($P>0,05$) entre fontes proteicas x horário de coleta na concentração dos metabólitos sanguíneos proteicos estudados.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Tabela 2. Concentrações séricas de proteína total, albumina,ureia e creatinina.

	Fontes proteicas[1]				*P*	Horários[2]		*P*
	FS	FAL	FAM	FG		0	4	
Proteína Total (g dL^{-1})	70,2	71,3	70,3	68,9	0,58	71,5	68,8	0,03
Albumina (g L^{-1})	2,12	2,22	2,23	2,25	0,30	2,33	2,09	<0,01
Ureia (mg L^{-1})	20,85	26,94	18,19	20,76	0,11	18,77	24,60	0,03
Creatinina (mg L^{-1})	1,43	1,36	1,45	1,46	0,62	1,45	1,40	0,43

[1]FS = Farelo de Soja; FAL = Farelo de Algodão; FAM = Farelo de Amendoim, FG = Farelo de Girassol. [2]0 horas = Coleta de sangue antes da alimentação e 4 horas = Coleta de sangue 4 horas após a alimentação.

Os valores médios das concentrações de proteína total (70,1 g dL^{-1}) e ureia (21,7 mg dL^{-1}) encontrados corroboram os observados por Mendes et al. (2005) em novilhos alimentados com dietas compostas de silagem de milho e diferentes fontes energéticas, cujas concentrações sanguíneas foram de 7,9 g dL^{-1} de proteínas totais e 26,0 mg dL^{-1} de ureia. A diminuição das proteínas totais no plasma está relacionada com deficiência proteica na alimentação, descartadas causas patológicas.

No caso das proteínas, os dois principais indicadores do metabolismo proteico em ruminantes são os níveis séricos de ureia e albumina; a ureia demonstra o estado proteico do animal em curto prazo, enquanto que a albumina o demonstra em longo prazo (Peixoto e Osório, 2007; Pelegrinni et. al., 2016).

A concentração média encontrada no presente trabalho foi de 21,68 mg L^{-1}, sendo que a concentração de ureia se altera rapidamente por modificações na ração (Ghorbani et al., 2011), sendo um indicador sensível da ingestão de proteínas, por isso a diferença numérica entre os valores dessa variável antes da alimentação e (0 horas)e 4 horas após a alimentação. A concentração média de albumina apresentou-se no limite da normalidade (média de 2,2 g dL^{-1}), pois valores abaixo de 2,0 g dL^{-1} podem ser considerados como hipoalbuminemia (Sauberlich et al., 1981). As concentrações sanguíneas médias de proteína e albumina foram superiores em jejum, (Tabela 2) provavelmente devido ao *turnover* das proteínas plasmáticas, as quais extravasam dos capilares para o líquido intersticial e retornam ao sangue por via linfática quando o suprimento de aminoácidos oriundos dos processos digestivos não é adequado (Reece, 2008).

A concentração média de creatinina (1,4 mg dL^{-1}) (Tabela 2) apresentou-se dentro da faixa de 1 a 2 mg dL^{-1} para bovinos, preconizada por Reece (2008). A creatinina é um composto nitrogenado produzido a partir da fosfocreatina muscular. A quantidade de creatinina formada por dia depende da quantidade de creatina no organismo, que por sua vez depende da massa muscular. Entretanto, a quantidade de creatinina formada é relativamente constante para um determinado indivíduo, sendo pouco afetada pela alimentação, principalmente pelo consumo de proteína. Sendo seus níveis sanguíneos poucos afetados pela dieta, a creatinina é usada como referência para corrigir mudanças nas variações de ureia sanguínea (Gonzalez et al., 2000).

As fontes proteicas não influenciaram as concentrações séricas de glicose, colesterol, triglicérides, beta-hidroxibutirato e ácidos graxos não esterificados de novilhas mestiças Holandês/Zebu (P>0,05). Entre os horários de coleta do sangue foi observada diferença significativa (P<0,05) nas concentrações médias de beta-hidroxibutirato e ácidos graxos não esterificados, e tendência para triglicérides (P=0,06). Não houve interação significativa (P>0,05) entre fontes proteicas x horário de coleta nas variáveis estudadas (Tabela 3).

Dados relativos aos níveis de glicose obtidos nesse trabalho (74,76 mg dL^{-1}) demonstraram valores dentro dos mencionados por Rigolon et al. (2009) que observaram níveis de glicose da ordem de 70 a 80 mg dL^{-1} em novilhas terminadas em confinamento e alimentadas *ad libitum.* De modo geral, o nível de alimentação tem pouca influência nas taxas circulantes de glicose na corrente sanguínea de ruminantes, sendo que aproximadamente 85% da glicose circulante nos ruminantes tem origem na gliconeogênese hepática (Marques et al., 2011).

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Tabela 3. Concentrações séricas de glicose (GLIC), colesterol (COL) triglicérides (TRIG), beta-hidroxibutirato (BHB) e ácidos graxos não esterificados (AGNE).

	Fontes proteicas[1]				*P*	Horários[2]		*P*
	FS	FAL	FAM	FG		0	4	
GLIC(mg dL^{-1})	77,87	76,08	68,14	76,95	0,23	77,98	71,53	0,09
COL(mg dL^{-1})	71,10	67,33	71,44	67,60	0,62	69,98	68,75	0,67
TRIG(mg dL^{-1})	24,20	21,00	21,93	22,64	0,37	23,70	21,17	0,06
BHB(mg dL^{-1})	0,45	0,48	0,38	0,38	0,54	0,30	0,54	<0,01
AGNE (mmolL^{-1})	0,39	0,34	0,35	0,47	0,36	0,45	0,32	0,02

[1]FS = Farelo de Soja; FAL = Farelo de Algodão; FAM = Farelo de Amendoim, FG = Farelo de Girassol. [2]0 Horas = Coleta de sangue antes da alimentação e 4 Horas = Coleta de sangue 4 horas após a alimentação.

Sabe-se que os níveis séricos de colesterol são indicadores adequados do total de lipídeos no plasma, pois correspondem a aproximadamente 30% do total, tornando-se uma importante ferramenta na avaliação do status energético do animal (González et al., 2011). Costa et al. (2012) encontrou valores médios 82,12 mg dL^{-1}. Não foi verificada diferença estatística nas concentrações séricas de colesterol entre as fontes proteicas e horários de coleta estudadas (P>0,05), com média de 69,37 mg dL^{-1} (Tabela 3).

Os valores encontrados neste trabalho variaram de 21,0 a 24,2 mg dL^{-1} (Tabela 3) e se encontram dentro dos valores de triglicerídeos normais de 14,9 a 24,0mg/dL citados por Pogliani e Birgel Júnior (2007). Já Kaneko (2008), relata que valores séricos normais de triglicérides para bovinos situam-se entre 0 e 14 mg dL^{-1}. Em geral, elevados níveis séricos/plasmáticos de colesterol e triglicerídeos indicam quadro de balanço energético positivo, onde a via metabólica da lipogênese é ativada (Fernandes et al., 2012)

Níveis séricos de AGNE e BHB aceitáveis são de até 0,50 mmol L^{-1} e 1,00 mg dL^{-1} (Fernandes et al., 2012). O aumento do AGNE e o BHB estão relacionados com a taxa de mobilização de reservas lipídicas em momentos de déficit energético e são os indicadores mais usados para aferir esse balanço. Torna-se evidente que o fornecimento da dieta, proporcionando uma quantidade de sobra de 10%, (*ad libitum*), influenciou nas concentrações dos metabólicos nos horários de coleta, pois a alimentação fornecida não permitiu que os animais estivessem em estado metabólico de jejum no tempo de coleta de 0 hora, visando identificar diferenças metabólicas entre o material colhido em jejum e após a refeição.

Foram verificadas diferenças significativas nas concentrações séricas de fósforo total nos animais que recebiam a dieta com farelo de girassol e farelo de amendoim (P=0,01) e magnésio total nos animais que recebiam as dietas com farelo de amendoim e farelo de algodão (P<0,05). Na concentração de sódio ionizado, potássio e cálcio não foi observada diferença significativa (P>0,05) entre as fontes proteicas. No entanto, a concentração de potássio ionizado foi estatisticamente diferente (P<0,05) para amostragens em 0 e 4 horas(Tabela 4). O nível de cálcio no plasma sanguíneo da maioria das espécies animais é bastante constante, localizando-se entre 8,0 a 12,4 mg dL^{-1} (Kaneko, 2008). As concentrações séricas de cálcio total encontram-se na faixa desejada (média de 8,08 mg dL^{-1}) nos animais alimentados com as diferentes fontes proteicas. O cálcio está intimamente associado ao metabolismo. No plasma, existe em duas formas, a forma livre ionizada, cerca de 45%, e a forma orgânica, associada à moléculas, tais como proteínas, principalmente albumina, com aproximadamente 45% ou a ácidos orgânicos (cerca de 10%). O cálcio total, como é medido no sangue, contém a forma ionizada que é biologicamente ativa, e a forma não ionizada. Estas duas formas estão em equilíbrio e sua distribuição final depende do pH, da concentração de albumina e da relação ácido-base. Quando existe acidose, a tendência é de aumentar a forma ionizada de Ca (González, 2009).

A concentração sérica de fósforo total nas fontes proteicas estudadas estão no nível de referência normal (Tabela 4), de 3 a 7,1 mg dL^{-1} (Kaneko, 2008) para não haver hipofosfatemias, que podem causar crescimento retardado, osteoporose progressiva, infertilidade e baixa produção. Mesmo com a diferença estatística observada entre dietas que continham farelo de amendoim e farelo de algodão (Tabela 4), os níveis séricos permaneceram na faixa recomendada para bovinos. A manutenção do nível de P do sangue é

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

governada pelos mesmos fatores que promovem a assimilação do Ca. Por outro lado, o nível de fósforo inorgânico no plasma sanguíneo dos bovinos geralmente oscila bem mais que o nível de cálcio, e são variáveis também em função da grande quantidade que se recicla via saliva e sua absorção no rúmen e intestino.

Tabela 4. Concentrações séricas de cálcio total (Ca), fósforo total (P) magnésio total (Mg), sódio iônico (Nai), potássio iônico (Ki) e cálcio iônico (Cai).

	Fontes proteicas[1]				*P*	Horários[2]		*P*
	FS	FAL	FAM	FG		0	4	
Ca (mg dL^{-1})	8,00	8,08	8,21	8,03	0,94	8,21	7,95	0,06
P (mg dL^{-1})	6,26 ab	6,93 ab	5,87 b	7,25 a	0,01	6,75	6,40	0,18
Mg (mg dL^{-1})	2,19 ab	2,38 a	2,18 b	2,26 ab	0,03	2,24	2,27	0,63
Cai ($mmolL^{-1}$)	0,96	0,95	1,00	0,94	0,77	0,98	0,94	0,41
Nai ($mmolL^{-1}$)	137,81	138,19	136,21	138,81	0,84	138,23	137,28	0,41
Ki ($mmolL^{-1}$)	3,66	3,53	3,69	3,63	0,94	3,76	3,49	0,03

[1]FS = Farelo de Soja; FAL = Farelo de Algodão; FAM = Farelo de Amendoim, FG = Farelo de Girassol, [2]0 Horas = Coleta de sangue antes da alimentação e 4 Horas = Coleta de sangue 4 horas após a alimentação.

Mesmo havendo diferença estatística nas concentrações sérica de magnésio (2,25 mg dL^{-1}) nos animais que receberam dieta contendo farelo de algodão e farelo de amendoim como fonte proteica (Tabela 4), os níveis estão de acordo com o nível considerado normal de 1,7 a 3,0 mg dL^{-1} (Kaneko, 2008). Segundo González (2009) o nível de Mg no perfil metabólico pode indicar estados subclínicos antes de surgir o problema, sendo especialmente útil antes do parto para evitar problemas de tetania no pós-parto, geralmente complicados com febre de leite.

O sódio (Na), juntamente com potássio (K) é responsável pela manutenção da pressão osmótica, além de atuar em sistemas tampão, transporte de nutrientes e transmissão de impulsos nervosos. Valores similares foram verificados nas concentrações séricas entre as fontes proteicas e horários de coleta de sangue (Tabela 4) e estão de acordo com os valores considerados referência para bovinos de 132 a 152 $mmolL^{-1}$ para concentrações de Na, e 3,9 a 5,8 $mmolL^{-1}$ para K (Kaneko, 2008). De uma maneira geral, observou-se pouca variação nos níveis séricos minerais avaliados nos diferentes tratamentos, pois são influenciados diretamente pela composição da dieta, e a dieta oferecida aos animais proporcionou níveis adequados para que não ocorresse deficiência.

As fontes proteicas e os tempos de coleta não causaram alterações nas atividades séricas de ALT, AST e GGT ($P<0,05$) (Tabela 5). As enzimas aspartato aminotransferase (AST) e alanina aminotransferase (ALT) são exemplos de aminotransferases de interesse clínico, pois são importantes no diagnóstico de lesões hepáticas e cardíacas provocadas por infartos do miocárdio, drogas tóxicas ou infecções (Perez et al., 1997) . Os animais apresentaram níveis séricos médios de 0,03 U L^{-1} e 0,06 U L^{-1}, para ALT e AST, respectivamente (Tabela 5), considerados normais em relação aos valores referências de 0-38 U L^{-1} para ALT e 0-132 U L^{-1} para AST (Kaneko, 2008).

Os valores de gama glutamil transferase (GGT) obtidos neste trabalho foram 20,53 U L^{-1}. Silva et al. (2016) também não observaram efeito da suplementação de diferentes fontes proteicas nos valores de GGT, com vacas leiteiras mantidas em sistemas de pastejo. A gama glutamiltransferase (GGT) também está relacionada à avaliação da função hepática, e pode fornecer informações importantes a respeito de danos hepáticos (metástase, hepatite, obstrução biliar, aflatoxicose) (Birgel et al., 2004).

A dosagem sérica da enzima fosfatase alcalina (ALP) foi utilizada com o objetivo de relacioná-la com o desenvolvimento ósseo e o perfil metabólico mineral, uma vez que se encontra diretamente relacionada ao processo de crescimento e mineralização dos ossos. Os valores médios verificados (189,42 U L^{-1}) estão de acordo com o reportado por (Kaneko, 2008), que deve estar entre 0 e 196 U L^{-1} em bovinos. Não foram identificadas diferenças significativas ($P>0,05$) nas dietas com diferentes fontes proteicas(Tabela 5), o que pode ser em decorrência da apropriada suplementação mineral dos animais.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Tabela 5. Concentrações séricas de alanina aminotransferase (ALT), aspartatoaminotransferase (AST), fosfatase alcalina (ALP), creatina quinase (CK) e gama glutamiltransferase (GGT).

Variável	Fontes proteicas[1]				*P*	Horários[2]		*P*
	FS	FAL	FAM	FG		0	4	
ALT (U L^{-1})	0,03	0,03	0,02	0,03	0,5158	0,03	0,03	0,5246
AST (UL^{-1})	0,05	0,06	0,05	0,06	0,9328	0,06	0,05	0,1474
ALP (U L^{-1})	203,15	174,13	202,65	177,75	0,3892	191,50	187,34	0,6817
CK (U L^{-1})	0,14	0,16	0,16	0,15	0,5746	0,13	0,17	0,0271
GGT (U L^{-1})	21,99	18,65	20,56	21,04	0,3930	21,04	20,08	0,2464

[1]FS = Farelo de Soja; FAL = Farelo de Algodão; FAM = Farelo de Amendoim, FG = Farelo de Girassol, [2]0 Horas = Coleta de sangue antes da alimentação e 4 Horas = Coleta de sangue 4 horas após a alimentação.

A creatina kinase (CK) é enzima músculo-específica, altamente sensível e estável, associada à miopatias (Shpigelet al., 2003). A elevada concentração sanguínea dessa enzima é usada para diagnóstico da distrofia muscular nutricional. Não houve diferença significativa entre as fontes proteicas estudada e horários de coleta, com concentrações séricas com média de 0,15 U L^{-1} (Tabela 5), considerada dentro da normalidade de 0 a 94 U L^{-1} (Kaneko, 2008). Assim, pode-se inferir que os animais não apresentaram distrofia muscular nutricional em função das dietas estudadas.

A adequada variação dos valores séricos das enzimas analisadas refletem que as diferentes fontes proteicas utilizadas neste estudo não comprometeram a função hepática e renal e nem mesmo ocasionaram desordens musculares, podendo ser utilizadas na dieta dos animais sem comprometer o seu desempenho.

Conclusões

Os valores do perfil metabólico sanguíneo das novilhas leiteiras alimentadas com dietas constituídas por quatro fontes de proteína (farelos de soja, algodão, girassol e amendoim) e cana-de-açúcar como volumoso exclusivo mantiveram-se na faixa dos valores considerados referência. Os metabólitos, que mesmo apresentando diferença significativa entre fontes proteicas e/ou horários, estão dentro da normalidade considerada para bovinos.

Referências

ARRUDA, D.S.R.; CALIXTO JUNIOR, M.; JOBIM, C.C.;SANTOS, G.T. Efeito de diferentes volumosos sobre os constituintes sangüíneos de vacas da raça holandesa. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.1, p:35-44, 2008.

BIRGEL, E. H.; CARIBÉ, M. C.; BIRGEL, E. H. (2004). Influência dos fatores raciais na função hepática de bovinos da raça Holandesa e Jersey. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.41, n.5, p:306-312, 2004.

CALIXTO JUNIOR, M.; JOBIM, C.C.; SANTOS, G.T.; BUMBIERIS JÚNIOR, V.H. Constituintes sangüíneos de vacas da raça holandesa alimentadas com silagens de milho ou de capim-elefante. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.2, p:429-438, 2010.

COSTA, P.B.; QUEIROZ, A.C.; RODRIGUES, M.T.; MAGALHÃES, A.L.R.; ZORZI, K.M.R.; SILVA.; M.M.C.; ALVES, N.G. Perfil metabólico e desenvolvimento da glândula mamária de novilhas leiteiras sob manejo para crescimento compensatório. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.2, p:360-366, 2012.

FERNANDES, S.R.; DE FREITAS, J.A.; DE SOUZA, D.F.; KOWALSKI, L.H.; DITTRICH, R.L.; JUNIOR, P. R.; DA SILVA, C.J.A. Lipidograma como ferramenta na avaliação do metabolismo energético em ruminantes. **Current Agricultural Science and Technology**, v.18, n.1, p:21-32, 2012.

FONSECA, A.A.; ZANINE, A.M.; RIBEIRO, M.D.; LEONEL, F.P.; FERREIRA, D.J.; SOUZA, A.L.; SILVA, F.G.; CORREA, R.A.; CORRÊA NETO, C.R. Growth performance and blood parameters of dairy cows subjected to grazing and to a supplementary diet of bean residues. **Pesquisa**

Agropecuária Brasileira, v.51, n.1, p:76-85, 2016.

GONZÁLEZ, F.H.D. Ferramentas de diagnóstico e monitoramento das doenças metabólicas.p.1-22 In: VIII Congresso Brasileiro de Buiatria. **Anais…** Belo Horizonte, 2009.

GONZÁLEZ, F. H. D.; CONCEIÇÃO, T.R.; SIQUEIRA, A.J.S.; LA ROSA, V.L. Variações sangüíneas de uréia, creatinina, albumina e fósforo em bovinos de corte no rio grande do sul. **A Hora Veterinária**, v.20, n.sn, p:59-62, 2000.

GONZÁLEZ, F.H.D.; MUIÑO, R.; PEREIRA, V.; CAMPOS, R.; BENEDITO, J.L. Relationship among blood indicators of lipomobilization and hepatic function during early lactation in high-yielding dairy cows. **The Journal of Veterinary Science**,v.13, n.3, p:251-255, 2011.

GHORBANI, B.; GHOORCHI, T.; AMANLOU, H.; ZEREHDARAN, S., Effects of using monensin and different levels of crude protein on milk production, blood metabolites and digestion of dairy cows. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v24, n.1, p:65–72, 2011.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L.**Clinical Biochemistry of Domestic Animals.** 6th ed. Academic Press, San Diego. 928 pp, 2008.

MACIEL, R.P.; NEIVA, J.N.M.; ARAUJO, V.D.; CUNHA, O.F.R.; PAIVA, J.; RESTLE, J.; LÔBO, R.N.B. Consumo, digestibilidade e desempenho de novilhas leiteiras alimentadas com dietas contendo torta de dendê. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.3, p:698-706, 2012.

MARQUES, L.T.; FISCHER, V.; ZANELA, M.B.; RIBEIRO, M.E.R.; STUMPF JÚNIOR, W.; RODRIGUES, C.M. Produção leiteira, composição do leite e perfil bioquímico sanguíneo de vacas lactantes sob suplementação com sal aniônico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p:1088-1094, 2011.

MENDES, A.R.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L. FEITOSA, J.V. Desempenho, Parâmetros Plasmáticos e Características de Carcaça de Novilhos Alimentados com Farelo de Girassol e Diferentes Fontes Energéticas, em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p:692-702, 2005.

PEIXOTO, L. A. O.; OSÓRIO, M. T. M. (2007) Perfil metabólico protéico e energético na avaliação do desempenho reprodutivo em ruminantes; **Revista Brasileira Agrociência**, v.13, n.3, p:299-304, 2007.

PELLEGRINI, C. B.; MEDEIROS, R. B.; CARLOTTO, S. B.; GARCIA, R. P.A.; LISBOA, C.V.; BRUNING, G. Valor nutritivo de uma pastagem nativa dominada por *Eragrostis plana nees* e sua relação com o perfil metabólico de vacas primíparas suplementadas da gestação ao pós-parto. **Ciência Animal Brasileira**, v.17, n.2, p:154-163, 2016.

PEREZ, R. PEREZ, R.; GARCÍA, M.; CABEZAS, I.; GUZMÁN, R.; MERINO, V.; VALENZUELA, S.; GONZALEZ, C. Actividad física y cambios cardiovasculares y bioquímicos del caballo chileno a la competencia de rodeo. **Archivos de Medicina Veterinária**. v.29, n.2, p:221-234, 1997.

POGLIANI, F.C.; BIRGEL JÚNIOR, E. Valores de referência do lipidograma de bovinos da raça holandesa, criados no Estado de São Paulo. **Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.44, n. , p:373-383, 2007.

REECE, W.O. 2008. **Anatomia funcional e fisiologia dos animais domésticos.** 3 ed. São Paulo: Roca. 468 pp.

RIGOLON, L. P.; PRADO, I. N. ; CAVALIERI, F. L. B. ; NASCIMENTO, W. G. ; CAPOVILA, L. C. ; RAMOS, F. S. ; MOREIRA, F. B. Effect of the Dry Matter Intake Level on the Sanguine Profile of Glucose, Insulin, Urea, Estrogen and Progesterone and Concentration of IGF-I in the Follicular Liquid of Crossbred Heifers. *Brazilian* **Archives of Biology and Technology**, v.52, n.1, p:61-68, 2009

SANTANA JÚNIOR, H.A.; SILVA, R.R.; CARVALHO, G.G.P.; CARDOSO, E.O.; MENDES, F.B.L.; PINHEIRO, A.A.; TRINDADE JÚNIOR, G. Comportamento ingestivo de novilhas

suplementadas a pasto sob nutrição compensatória. **Archivos de zootecnia**, v.62, n.237, p:61-71, 2013.

SHPIGEL, N.Y., AVIDAR, Y., BOGIN, E. Value of measurements of the serum activities of creatine phosphokinase, aspartate aminotransferase and lactate dehydrogenase for predicting whether recumbent dairy cows will recover. **Veterinary Record**, v.152, n.25, p:773-776, 2003.

SILVA, J.A.; PEREIRA NETO, W.S.; RIBEIRO, M. D.; LEONEL, F. P.; PAULA, N. F.; FAZZION, J. C.; MALHADO, A. L. N. BARROS, M. P.; CABRAL, L. S.; SOUZA, É. C. Parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras mantidas em pasto suplementadas com diferentes fontes proteicas. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**. v.17, n.2, p:174-185, 2016

ZAMBRANO, W.J.; MARQUES JUNIOR, A.P. Perfil metabólico de vacas mestiças leiteiras do pré-parto ao quinto mês da lactação., **Zootecnia Tropical**, v.27, n.4, p:475-488, 2009.