



ARTIGO ORIGINAL

Filipe Aureliano Pedrosa Soares¹
Álvaro Veloso Borba Neto¹
Ítallo Barros Freitas¹
Cleyton Charles Dantas Carvalho¹
José Diomedes Barbosa²
Pierre Castro Soares^{1*}

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Departamento de Medicina Veterinária, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, 52171-900, Recife, PE, Brasil

²Universidade Federal do Pará – UFPA, Centro Agropecuário, Departamento de Ciência Animal, Rua Maximino Porpino da Silva, 1000, 68740-080, Castanhal, PA, Brasil

Autor Correspondente:

*E-mail: psouares@dmv.ufrpe.br

PALAVRAS-CHAVE

Diagnóstico
Frutosamina
Metabolismo
Pequenos ruminantes
Sangue

KEYWORDS

Diagnosis
Fructosamine
Metabolism
Small ruminants
Blood

Perfil sérico de alguns constituintes sanguíneos de ovelhas da raça Dorper no período gestacional e pós-parto

Clinical biochemistry or energy and protein metabolism in Dorper ewes during pregnancy and postpartum

RESUMO: Mediante a inexistência de estudos do perfil bioquímico de ovelhas da raça Dorper, objetivou-se avaliar alguns parâmetros sanguíneos em 20 ovelhas nos períodos pré-parto, parto e pós-parto. As ovelhas eram criadas em sistema semiextensivo. A partir do 90 dias de gestação, iniciou-se coleta de material biológico para análises laboratoriais, que foram efetivadas em diferentes tempos: -60, -30, -21, -15, -7 antes do parto; no momento do parto; 7, 14 e 28 dias pós-parto. Amostras de sangue foram coletadas por venopunção jugular para obtenção de soro e plasma, respectivamente. Variações significativas foram observadas na concentração sanguínea de proteína total ($p < 0,0001$), globulina ($p < 0,0001$), ureia ($p < 0,0001$), creatinina ($p < 0,0001$), glicose ($p = 0,0180$), colesterol total ($p < 0,0001$) e triglicerídeo ($p < 0,0001$). Na análise de relação entre o conjunto de variáveis em relação à concentração sanguínea de frutosamina, verificou-se que esta apresentou correlação com a proteína total ($r = 0,30$), a albumina ($r = 0,32$), o colesterol ($r = 0,25$) e a glicose plasmática ($r = 0,23$). O período gestacional influencia significativamente no perfil metabólico de parâmetros bioquímicos séricos, como PT, globulina, creatinina, ureia, colesterol, triglicérides e glicose plasmática, além de que estes podem ser utilizados como valores de referência para a espécie, bem como ferramentas de diagnóstico de transtornos metabólicos que ocorrem no período de transição.

ABSTRACT: Because there are no studies on the biochemical profile of Dorper ewes, this project aimed to evaluate some blood parameters in 20 ewes during the pre-natal, delivery, and post-partum periods. The ewes were raised in semi extensive system. As of 90 days of gestation, we began collecting the biological material for laboratory testing, and these analyses were performed at different times: -60, -30, -21, -15, and -7 before delivery; at birth; 7, 14 and 28 postpartum. Blood samples were collected by jugular venipuncture to obtain serum and plasma. Significant variations were observed in the blood concentration of total protein ($p < 0.0001$), globulin ($p < 0.0001$), urea ($p < 0.0001$), creatinine ($p < 0.0001$), plasma glucose ($p = 0.0180$), total cholesterol ($p < 0.0001$), and triglycerides ($p < 0.0001$). No significant effects were observed with respect to albumin ($p = 0.2551$) and fructosamine ($p = 0.1603$). In the correlation analysis between the set of variables in relation to blood concentrations of fructosamine, the following relevant correlation coefficients were observed: total protein ($r = 0.30$), albumin ($r = 0.32$), cholesterol ($r = 0.25$), and plasma glucose ($r = 0.23$). The gestational period significantly influences the metabolic profile of serum biochemical parameters, such as PT, globulin, creatinine, urea, cholesterol, triglycerides, and glucose. This biochemistry can be used as reference values for the species as well as diagnostic tools for metabolic disorders that occur during the transition period.

1 Introdução

O uso de ferramentas de auxílio diagnóstico é essencial para o efetivo conhecimento e controle de enfermidades de natureza nutricional e metabólica. O perfil metabólico pode ser definido como um grupo ou combinações de constituintes sanguíneos analisados conjuntamente em um teste. As escolhas dos metabólitos a serem analisados dependem da importância, do custo e da praticidade de análise, bem como da estabilidade da amostra até o processamento laboratorial (Rowlands, 1980; Gonzáles et al., 2000).

Embora os metabólitos sanguíneos estejam sujeitos ao grande controle homeostático, a partir de alterações metabólicas e endócrinas que ocorrem no organismo animal, espera-se encontrar um ou um conjunto de biomarcadores que possa auxiliar no diagnóstico de carência ou excesso de energia e proteína (Gonzáles et al., 2000; Soares et al., 2008; Santos et al., 2011).

O mecanismo que altera os níveis sanguíneos de metabólitos do perfil energético e proteico em ovelhas gestantes ainda é pouco estudado (Thomas et al., 2001), principalmente quando se considera o fator racial, uma vez que muitos estudos estão sendo direcionados para ovelhas da raça Santa Inês e nada se tem a respeito de ovelhas da raça Dorper. Dentre os fatores de variabilidade em perfil metabólico, são considerados: características regionais, espécie, manejo nutricional e sistema de produção. Ovelhas Dorper são animais bem adaptados às áreas áridas e com boa capacidade de adaptação e manejo, sendo animais de alto índice de prenhez e prolificidade; porém, são animais de ganho rápido de peso, sendo que o excesso deste pode comprometer a saúde com o aparecimento de distúrbios metabólicos. Assim, objetivou-se avaliar o perfil de biomarcadores sanguíneos em ovelhas da raça Dorper durante os períodos de gestação, parto e pós-parto, criadas em sistema semiextensivo.

2 Material e Métodos

Foram utilizadas 20 ovelhas da raça Dorper, pluríparas, com idade variando de dois a três anos, peso médio de 30 kg, oriundas de propriedade com sistema de criação semiextensivo, com oferta de pasto nativo, ração concentrada fornecida apenas para manutenção de peso (farelo de soja e farelo de milho), sal mineral e água *ad libitum*. Estes dois últimos itens eram ofertados em cocho e bebedouro específicos, e separados da ração concentrada. As ovelhas foram monitoradas quanto ao estro e foram submetidas à inseminação artificial (IA), para efetivo controle do período provável de parto e, por conseguinte, da coleta de material biológico. Todos os animais foram pesados antes da IA e avaliados quanto ao escore corporal, que variou de 3 a 4. Decorridos 30 dias da IA, todos os animais foram submetidos à avaliação ultrassonográfica para registro de positividade da prenhez e do número de fetos. A partir de 90 dias de gestação, iniciou-se coleta de material biológico, constituindo-se, portanto, os seguintes tempos de coleta: -60, -30, -21, -14, -7 dias antes do parto, dia do parto, 7, 14 e 28 dias pós-parto.

Amostras de sangue foram coletadas por venopunção jugular, em tubos siliconizados vacutainer®, sem anticoagulante e com fluoreto como anticoagulante, para obtenção de soro e

plasma, respectivamente. As amostras de soro e plasma foram centrifugadas e condicionadas em tubos cônicos de polietileno e armazenadas à temperatura de -20°C . Os biomarcadores avaliados foram: glicose, frutossamina, colesterol, triglicerídeos, creatinina, ureia, proteína total e albumina. A concentração de globulina foi determinada pela diferença entre as concentrações séricas de proteína total e albumina. As determinações bioquímicas foram realizadas em analisador bioquímico semiautomático BIOPLUS 2000, utilizando-se kit comercial Labtest®. A frutossamina foi determinada utilizando-se kit comercial Roche® (Fructosamine Plus), medida a 456 nm pela técnica do nitroblue tetrazolium. A concentração sérica de frutossamina foi corrigida tanto pela proteína sérica total quanto pela albumina sérica, utilizando-se, para tal, a fórmula descrita por Coppo et al. (1996).

Os dados foram processados utilizando-se o procedimento GLM do SAS (SAS, 1996), como medida repetida no tempo. Para todas as análises estatísticas realizadas, foi adotado o nível de significância (p) de 5%. Na existência de significância no teste F, as médias foram contrastadas pelo Teste de Tukey. Realizaram-se análises de regressão e seus respectivos coeficientes de determinação, bem como análise de correlação para verificar a relação entre pares de variáveis (Little; Hills, 1978), ficando estabelecido que exista uma correlação de alta intensidade entre as variáveis quando $r > 0,60$; média intensidade, quando $0,30 < r < 0,60$, e de baixa intensidade, quando $r < 0,30$. Análise estatística dos dados foi realizada considerando-se dias de coleta correspondentes aos períodos pré-parto, parto e pós-parto. Já em relação à análise de regressão e de correlação entre variáveis, foram considerados apenas os dias relativos aos períodos pré-parto e parto.

3 Resultados

Variações significativas foram observadas nos seguintes constituintes sanguíneos, nos diferentes períodos de gestação: proteína total ($p < 0,0001$), globulina ($p < 0,0001$), ureia ($p < 0,0001$), creatinina ($p < 0,0001$), glicose plasmática ($p=0,0180$), colesterol total ($p < 0,0001$) e triglicerídeo ($p < 0,0001$), enquanto que não foram registradas variações na concentração sanguínea de albumina ($p=0,2551$) e frutossamina ($p=0,1603$) (Tabela 1).

Maiores médias da proteína total sérica foram observadas no período correspondente ao terço final de gestação em relação ao momento do parto, tendo uma recuperação destas médias até o tempo de 28 dias pós-parto. Perfil análogo foi observado em relação à globulina.

Menor média da variável ureia foi registrada 60 dias anteriores ao parto ($3,70 \text{ mmol L}^{-1}$), sendo que estas médias aumentaram até o momento do parto, apresentando diminuição discreta no pós-parto. Quanto à creatinina, observa-se um aumento gradual ao longo do término do período de gestação, quando foi registrada maior média no período do parto ($87,44 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$), sendo que as médias foram diminuindo nas semanas subsequentes, inclusive registrando-se menores valores de médias entre 14 e 28 dias após o parto, respectivamente.

Menor média da glicose plasmática ($0,85 \text{ mmol L}^{-1}$) foi registrada sete dias após o parto; porém, estas médias foram superiores nas semanas seguintes e análogas aos momentos

Tabela 1. Valores médios, desvios-padrão e nível de significância (*p*) de parâmetros bioquímicos do sangue de ovelhas da raça Dorper no terço final da gestação, parto e pós-parto.

Parâmetros	Períodos da Gestação/Dias									“p”
	Pré-Parto					Parto	Pós-Parto			
	-60	-30	-21	-14	-7		7	14	28	
Proteína Total (g L ⁻¹)	76,08 a ±7,73	73,17 ab ±8,09	66,33 abc ±6,54	75,58 a ±9,33	74,17 a ±7,54	58,58 c ±10,70	64,50 abc ±15,20	67,42 abc ±6,95	60,92 bc ±10,92	0,0001
Albumina (g L ⁻¹)	27,50 a ±5,66	29,25 a ±4,63	28,58a ±5,05	28,92 a ±6,86	25,83a ±6,01	25,92 a ±4,52	31,50a ±6,02	26,58 a ±6,36	29,08 a ±5,04	0,2551
Globulina (g L ⁻¹)	48,58 a ±10,15	43,92 ab ±7,97	37,75 ab ±6,73	46,67 a ±9,89	48,33a ±9,09	32,67 b ±10,80	36,83 ab ±13,00	40,83 ab ±5,86	32,17 b ±11,46	0,0001
Ureia (mmol L ⁻¹)	3,70 c ±0,92	4,86 bc ±1,32	6,46 ab ±1,53	5,07bc ±2,20	6,65ab ±1,15	7,19 a ±1,89	5,77 ab ±0,62	6,01 ab ±1,11	5,67 ab ±1,08	0,0001
Creatinina (μmol L ⁻¹)	74,40 bc ±6,97	80,81 ab ±7,31	78,01 abc 9,12±	80,08 ab ±8,12	76,83 abc ±10,31	87,44 a ±13,38	70,50 bc ±13,04	65,49 c ±5,65	67,48 c ±5,94	0,0001
Glicose Plasmática (mmol L ⁻¹)	1,14 ab ±0,36	0,99 bc ±0,41	1,03bc ±0,49	1,39ab ±0,50	1,37 ab ±0,43	1,19 ab ±0,54	0,85 c ±0,34	1,34 ab ±0,23	1,41 ab ±0,17	0,0180
Colesterol (mmol L ⁻¹)	2,16 ab ±0,30	2,51 a ±0,46	1,49 d ±0,33	1,55 cd ±0,29	1,59 cd ±0,35	1,33d ±0,36	1,67 cd ±0,21	1,38 d ±0,15	1,99 bc ±0,18	0,0001
Triglicerídeos (mmol L ⁻¹)	0,32 a ±0,09	0,33 a ±0,07	0,36 a ±0,11	0,31 ab ±0,09	0,26 abc ±0,06	0,20 b ±0,03	0,28 abc ±0,06	0,22 bc ±0,04	0,22 bc ±0,04	0,0001
Frutosamina (μmol L ⁻¹)	191,30 a ±36,30	173,28 a ±17,27	169,66 a ±22,35	183,22 a ±26,92	162,60 a ±25,58	161,82 a ±30,67	167,83 a ±60,54	143,79 a ±23,35	163,91 a ±30,25	0,1603

Letras minúsculas distintas na mesma linha diferem no nível de 5% de probabilidade.

correspondentes ao terço final da gestação. Menores concentrações plasmáticas de colesterol foram registradas no período decorrente de 21 dias antes do parto até 14 dias pós-parto, sendo que menor média foi registrada no período de parto (1,33 mmol L⁻¹). Já em relação às concentrações séricas de triglicerídeos, verificou-se uma diminuição desta concentração com o decorrer das semanas da gestação, registrando-se menor média no período do parto (0,20 mmol L⁻¹); note-se que os valores seguintes ao parto apresentaram-se semelhantes a este.

Na análise de relação entre frutosamina e os diversos parâmetros bioquímicos (Figura 1), verificou-se que a frutosamina apresentou relação significativa e moderadamente positiva com a proteína total ($r=0,30$; $p=0,0114$) e a albumina ($r=0,32$; $p=0,0063$), e baixa relação positiva com o colesterol ($r=0,25$; $p=0,0332$) e a glicose plasmática ($r=0,23$; $p=0,0050$).

Na análise de regressão, em função do tempo de gestação e momento do parto, verificou-se efeito cúbico para proteína total ($p < 0,0113$), globulina ($p < 0,0027$) e glicose plasmática ($p < 0,0355$); efeito quadrático para a ureia ($p < 0,0534$) e colesterol total ($p < 0,0059$); linear positiva para a creatinina ($p < 0,0064$), e linear negativa para triglicérides ($p < 0,0001$) e frutosamina ($p < 0,0340$) (Figura 2).

4 Discussão

O ciclo gestacional, o parto e o pós-parto influenciaram na variação significativa de um conjunto de constituintes do sangue de ovelhas da raça Dorper. Assim, no momento do parto, foi observada uma menor concentração de proteína total, globulinas, colesterol e triglicérides, e um aumento de ureia

e creatinina. É importante considerar que em todos os casos, após o parto, no decurso do primeiro mês, tais metabólitos apresentaram suas médias próximas aos valores do momento inicial do experimento. Segundo Contreras e Phil (2000), as variações da concentração sanguínea de um determinado metabólito podem ser provocadas por excesso ou deficiência de nutrientes na alimentação, mas também existe uma inter-relação de nutrientes, o que pode levar aos erros de interpretação caso as variações de um metabólito sejam analisadas em relação ao simples aumento ou diminuição. Como demonstrado na Tabela 1, houve a preocupação de avaliar um conjunto de metabólitos. As concentrações sanguíneas de proteína total, albumina, globulina e ureia apresentaram-se dentro dos valores considerados de normalidade para a espécie (Contreras; Phil, 2000), sendo estes indicadores importantes da interpretação do perfil proteico (Payne; Payne, 1987; Souto et al., 2013). O perfil destes indicadores aqui presente está correlato aos observados por Contreras e Phil (2000) e Noro et al. (2006).

No decurso das semanas finais de gestação, observou-se diminuição da concentração sérica de proteína total nas ovelhas. Herdt (2000) cita que as proteínas séricas são os melhores e mais práticos indicadores das reservas proteicas, e, segundo Gonzáles e Scheffer (2003), a síntese das proteínas está diretamente relacionada com o estado nutricional do animal. Já com relação às globulinas, as quais também diminuíram significativamente, não tem sido encontrada na literatura uma explicação plausível para tal perfil. Contreras e Phil (2000) reportaram que, em ovinos, a diminuição no aporte de proteínas na ração tem produzido uma diminuição nas concentrações de albuminas, mas não de globulinas, além

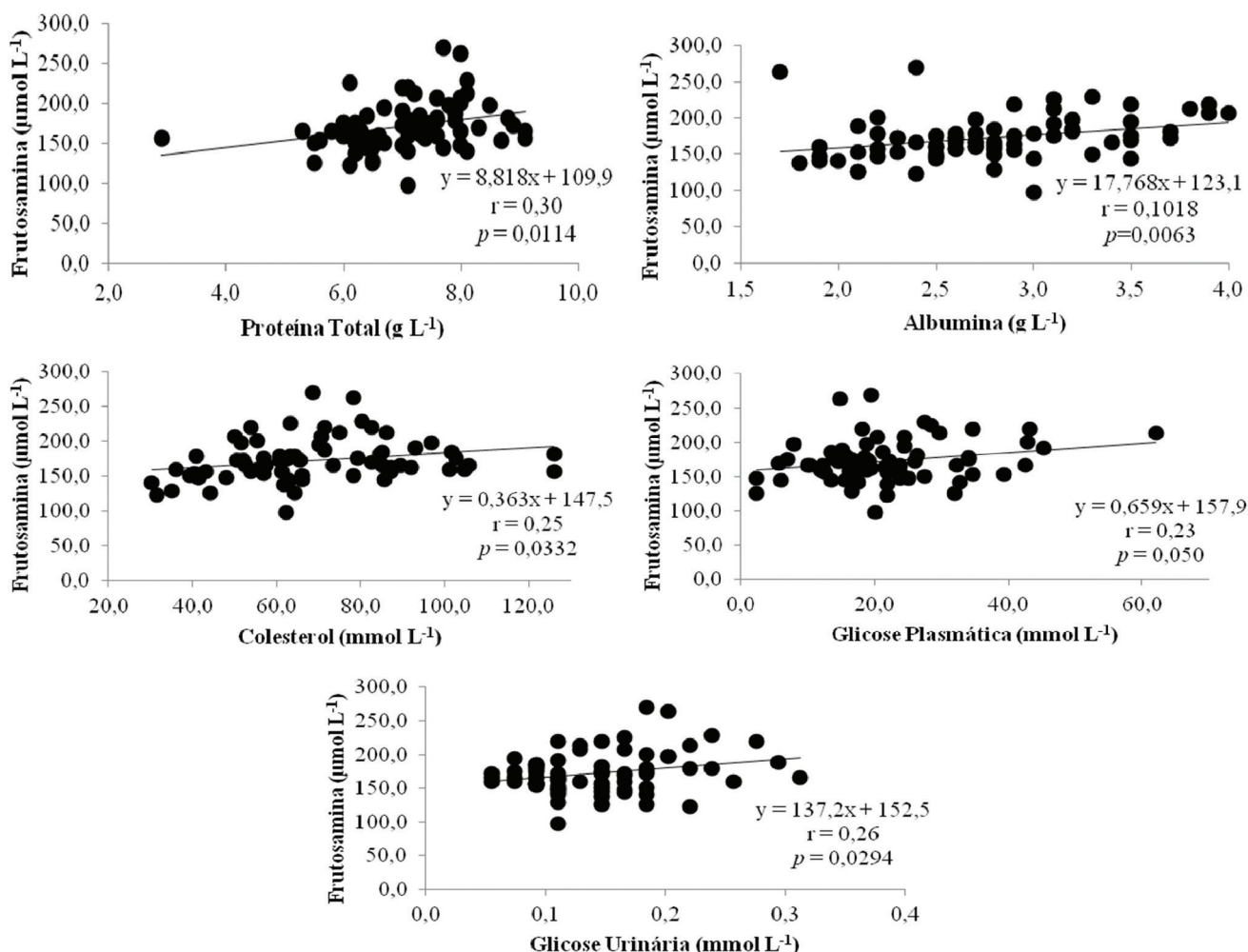


Figura 1. Representação gráfica da relação entre variáveis do perfil energético e proteico com a frutosemina em ovelhas da raça Dorper, no terço final da gestação e parto.

de que o efeito da ingestão de proteínas sobre as concentrações de globulinas tem sido contraditório, uma vez que alguns autores têm observado correlação positiva e outros, não. Daí a grande variabilidade de interpretação do perfil destas proteínas frente aos inúmeros fatores envolvidos. O fator parto tem efeito sobre a concentração da maioria dos metabólitos utilizados no perfil metabólico; entretanto, a maioria dos animais recupera suas concentrações rapidamente (Contreras; Phil, 2000; Gonzáles et al., 2000). Estes mesmos autores retratam que citações literárias registram diminuição das concentrações de proteínas totais e globulinas, além da hemoglobina, antes do parto.

Verifica-se que, no momento do parto, o valor médio da ureia estava acima do valor basal (7,19 mmol L⁻¹) e superior ao valor máximo de referência (2,5-6,7 mmol L⁻¹), segundo Contreras e Phil (2000). Na sequência da avaliação, este valor diminuiu nas semanas seguintes ao parto.

De acordo com Herdt (2000), a ureia é o metabólito sanguíneo melhor estudado em relação ao balanço proteico nos ruminantes, e seus níveis no sangue são analisados em relação ao nível de proteína na dieta e ao funcionamento renal (Gonzáles; Scheffer, 2003). O aumento deste indicador

nos animais avaliados pode ser relacionado com a quantidade de amônia convertida em ureia no organismo, sendo uma função da quantidade total de proteína degradada e a taxa de incorporação de amônia na proteína microbiana, uma vez que o alto consumo de proteína degradada no rumem resulta em maiores concentrações de ureia sérica (Herdt, 2000).

Mostra-se importante considerar, também, que a concentração sanguínea de ureia está aumentada quando animais são alimentados com dieta hipoenérgica; como isso influencia no perfil metabólico, é importante relacioná-lo com o perfil de outros metabólitos (Contreras; Phil, 2000; Santos et al., 2011). Tal condição é importante quando se consideram animais que não recebem uma suplementação adequada de alimentos energéticos ao longo do período gestacional, suficiente para manter um escore corporal, que venha a dar suporte ao animal quando o mesmo se encontrar em situação de exigência de energia, e para não comprometer sua saúde.

A glicose é um metabólito que representa a via metabólica energética, sendo que o déficit de energia deve ser muito intenso para que ocorra uma expressiva diminuição no sangue (Rowlands, 1980; Payne; Payne, 1987; Ortigues, 1991).

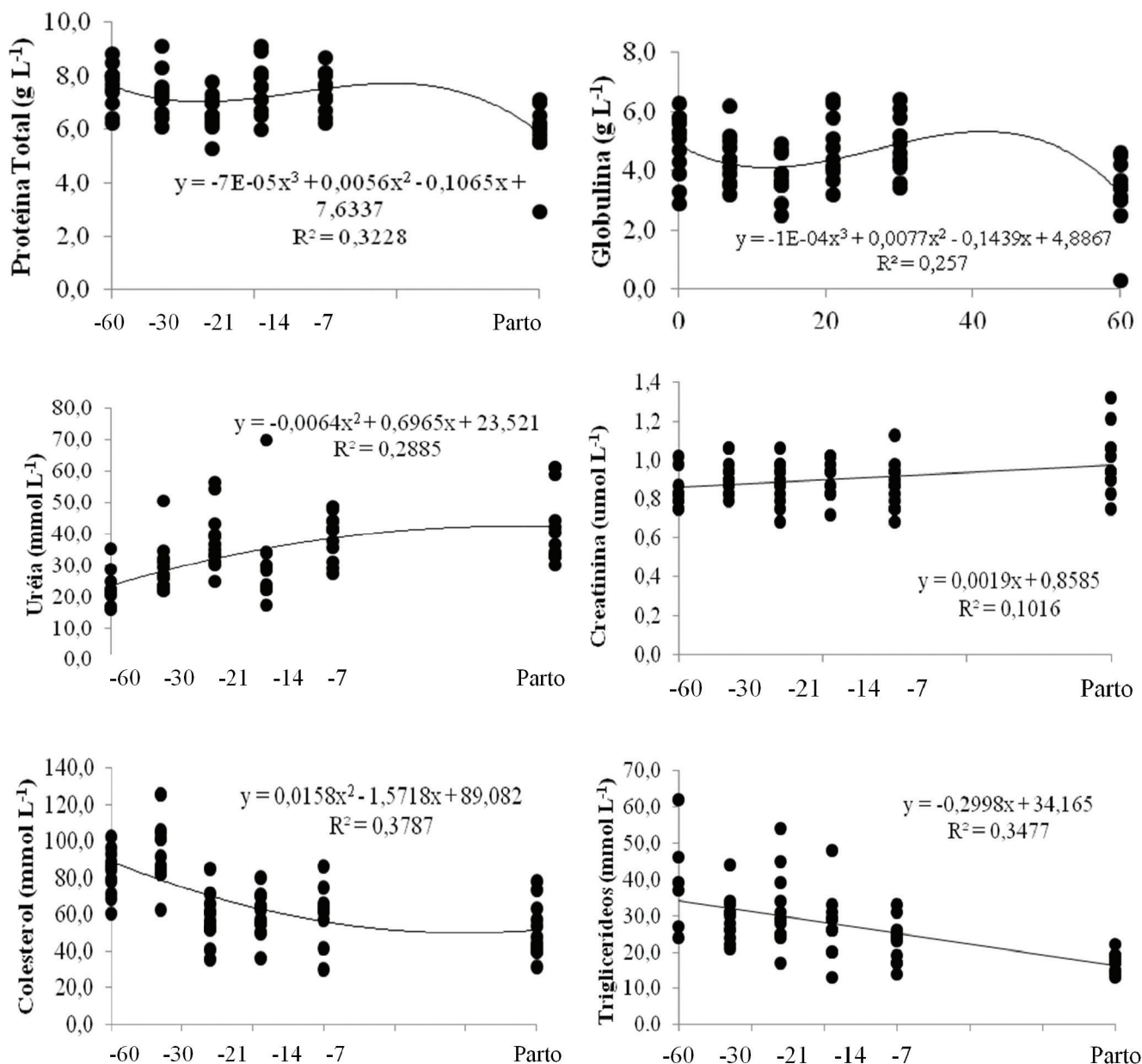


Figura 2. Representação gráfica da análise de regressão das variáveis do perfil energético e proteico em relação aos dias do terço final da gestação e do parto em ovelhas da raça Dorper.

Assim, mesmo com uma variação dos valores médios abaixo do valor mínimo de referência para a espécie, o déficit de energia na dieta não foi intenso a ponto de permitir uma grande mobilização de reservas energéticas corpóreas. Segundo Noro et al. (2006), animais que apresentam níveis sanguíneos fora dos valores de referência são animais que podem estar em desequilíbrio nutricional ou com alguma alteração orgânica que determina a diminuição da capacidade de utilização ou biotransformação dos nutrientes.

Foi observada diminuição dos valores médios do colesterol. Gonzáles et al. (2000) e Gonzáles e Scheffer (2003) afirmam que o colesterol nos animais pode ser tanto de origem exógena, proveniente dos alimentos, como endógena, sendo sintetizada a partir do acetil-CoA no fígado, nas gônadas, no intestino, na

adrenal e na pele, e que seus níveis plasmáticos são indicadores adequados do total de lipídeos no plasma, pois corresponde a aproximadamente 30% do total. Sua diminuição está geralmente relacionada aos quadros de insuficiência hepática, dieta baixa em energia, hipertireoidismo e pré-parto. Destes indicadores, poder-se-ia considerar que, além do estado final de gestação, a dieta dos animais tivesse um aporte energético não adequado.

A importância de se estudar a relação das variáveis e, particularmente, verificar o efeito destas em função do fator tempo de gestação, como foi neste caso avaliado, torna-se adequado e aplicável na interpretação dos dados. Deste modo, o efeito linear positivo da creatinina e o efeito negativo dos triglicérides e da frutamina foram registrados, de modo

a explicar que ocorreu um aumento da creatinina e uma diminuição dos triglicerídeos e da frutossamina com o decorrer das semanas, no terço final de gestação e no período de parto, sendo possível dizer que o efeito gestação exerceu influência significativa sobre tais indicadores. Quanto aos demais, foi observado que a ureia aumentou e o colesterol diminuiu nas semanas finais da gestação, porém voltaram aos perfis basais após o parto.

A frutossamina é uma variável bioquímica sanguínea que não tem sido utilizada em estudos no perfil metabólico energético em ovelhas durante a gestação, sendo, neste estudo, avaliada pioneiramente neste modelo de delineamento. A frutossamina, embora não tenha apresentado alteração ao longo das semanas da gestação, parto e pós-parto, apresentou uma relação significativa com outros indicadores do perfil metabólico (Figura 1). A determinação da frutossamina dá uma ideia da média das glicemias nas últimas duas a três semanas, sendo um parâmetro de controle metabólico, sendo que os resultados das dosagens de frutossamina devem ser analisados juntamente com os resultados de glicose (Jensen et al., 1993; Coppo, 1996).

Neste contexto, a análise conjunta da frutossamina não se baseia apenas com a glicose, mas também com proteína total, albumina, colesterol e glicose urinária. Já em relação ao seu perfil em função do tempo (gestação e parto), foi possível identificar um perfil linear negativo, ou seja, com o avançar da gestação e o momento do parto, menor era a sua concentração sanguínea ($p < 0,0340$). Neste estudo, foi possível encontrar uma variação temporal de alguns constituintes sanguíneos, em função do tempo de gestação, no momento do parto e pós-parto, considerando-se que são importantes os estudos que avaliem o perfil de diferentes biomarcadores capazes de referenciar alteração no organismo de ovelhas no período de transição, associado a outros fatores, como raça, manejo nutricional, sistemas de criação e sazonalidade.

5 Conclusões

O período gestacional influencia significativamente no perfil metabólico de parâmetros bioquímicos séricos, como PT, globulina, creatinina, ureia, colesterol, triglicérides e glicose plasmática, além de que estes podem ser utilizados como valores de referência para a espécie e como ferramentas de diagnóstico de transtornos metabólicos que ocorrem no período de transição.

Referências

CONTRERAS, P. A.; PHIL, M. Indicadores do metabolismo protéico utilizados nos perfis metabólicos de rebanhos. In: GONZÁLES, F. H. D.; BARCELLOS, J. O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L. A. O. (Eds.). *Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais*. Porto Alegre: UFRGS, 2000. p. 23-30.

COPPO, J. A.; COPPO, N. B.; SLANAC, A. L. Ontogenia del médio interno em terneros lactantes cruza cebú. *Actas de Ciência e Técnica UNNE*, v. 2, p. 99-101, 1996.

GONZÁLES, F. H. D.; BARCELLOS, J. O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L. A. O. *Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais*. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 106 p.

GONZÁLES, F. H. D.; SCHEFFER, J. F. S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: GONZÁLES, F. H. D.; CAMPOS, R. (Eds.). *Patologia clínica veterinária*. Porto Alegre: UFRGS, 2003. p. 73-89.

HERDT, T. H. Variability characteristics and test selection in herd level nutritional and metabolic profile testing. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v. 16, n. 2, p. 408-439, 2000.

JENSEN, A. L.; PETERSEN, M. B.; HOUE, H. Determination of the fructosamine concentration in bovine serum samples. *Journal of Veterinary Medicine*, v. 40, n. 2, p. 111-117, 1993. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0442.1993.tb00607.x>

LITTLE, T. M.; HILLS, F. J. *Agricultural experimentation: design and analysis*. New York: John Wiley & Sons, 1978. 350 p.

NORO, M.; VARGAS, V.; PULIDO, R. G.; WITTEWER, F. Efecto del tipo de concentrado sobre indicadores sanguíneos del metabolismo de energía y de proteínas en vacas lecheras em pastoreo promaveral. *Archivos de Medicina Veterinaria*, v. 38, n. 3, p. 227-232, 2006. <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2006000300005>

ORTIGUES, I. Adaptation du métabolisme énergétique des ruminants à la sous alimentation: quantification au niveau de l'animal entier et de tissus corporels. *Reproduction Nutrition Development*, v. 31, n. 6, p. 593-616, 1991. PMID:1777053. <http://dx.doi.org/10.1051/rnd:19910601>

PAYNE, J. M.; PAYNE, S. *The metabolic profile*. Oxford: Oxford University Press, 1987. 179 p.

ROWLANDS, G. J. A review of variations in the concentrations of metabolites in the blood of beef and dairy cattle associated with physiology, nutrition and disease, with particular reference to the interpretation of metabolic profiles. *World Review of Nutrition and Dietetics*, v. 35, p. 172-235, 1980. PMID:6994374.

SANTOS, F. C. O.; MENDONÇA, C. L.; SILVA FILHO, A. P.; CARVALHO, C. C. D.; SOARES, P. C.; AFONSO, J. A. B. Indicadores bioquímicos e hormonais de casos naturais de toxemia da prenhez em ovelhas. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 11, n. 31, p. 974-980, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-736X2011001100006>

SOARES, P. C.; MARTINELE, I.; D'AGOSTO, M.; MARUTA, C. A.; SUCUPIRA, M. C. A.; ANTONELLI, A. C.; MORI, C. S.; ORTOLANI, E. L. Effect of an energy-deficient diet on population of ciliate protozoans in bovine rumen. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 60, n. 1, p. 148-155, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352008000100021>

SOUTO, R. J. C.; AFONSO, J. A. B.; MENDONÇA, C. L.; CARVALHO, C. C. D.; SILVA FILHO, A. P.; CAJUEIRO, J. F. P.; LIMA, E. H. F.; SOARES, P. C. Achados bioquímicos, eletrolíticos e hormonais de cabras acometidas com toxemia da prenhez. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 33, n. 10, p. 1174-1182, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-736X2013001000002>

STATISTICAL ANALYSES SYSTEM – SAS. *User's guide: statistics version*. Cary: SAS, 1996.

THOMAS, L.; WALLACE, J. M.; AITKEN, R. P. Circulating leptin ovine pregnancy in relation to maternal nutrition, body composition and pregnancy outcome. *The Journal of Endocrinology*, v. 169, n. 3, p. 465-476, 2001. PMID:11375117. <http://dx.doi.org/10.1677/joe.0.1690465>

Contribuição dos autores: Filipe Aureliano Pedrosa Soares, Álvaro Veloso Borba Neto, Ítallo Barros Freitas e Cleyton Charles Dantas Carvalho realizaram o experimento, a coleta de material biológico e os procedimentos laboratoriais, a revisão literária e a escrita científica. José Diomedes Barbosa contribuiu com a revisão literária, a análise de dados e a redação científica, bem como a co-orientação científica. Pierre Castro Soares contribuiu com a elaboração de projeto e participou das análises laboratoriais e dos dados, bem como da orientação e do encaminhamento do projeto para órgãos de fomento, para aquisição de Bolsas de Iniciação Científica e Mestrado.

Agradecimentos: Ao CNPq, pela concessão de Bolsa de Iniciação Científica, e à FACEPE, pela concessão de Bolsa de Mestrado e Projeto de Pesquisa aprovado no edital FACEPE/MCT/CNPQ/CT – INFRA - PROGRAMA PRIMEIROS PROJETOS.

Fonte de financiamento: CNPq, pela concessão de Bolsa de Iniciação Científica; FACEPE, pela concessão de Bolsa De Mestrado e Projeto de Pesquisa aprovado no edital FACEPE/MCT/CNPQ/CT – INFRA - PROGRAMA PRIMEIROS PROJETOS.

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.