



<http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20140014>

*Artigo Científico*

<http://www.higieneanimal.ufc.br>

## **Avaliação de $\beta$ - hidroxibutirato de ovelhas suplementadas com sais minerais <sup>1</sup>**

*Analysis of  $\beta$ -hydroxybutirate in healthy ewes supplemented with minerals<sup>1</sup>*

**Vanessa Veronese Ortunho <sup>2</sup>; Wilmar Sachetín Marçal <sup>3</sup>**

---

**RESUMO:** Com os objetivos de detectar se a utilização de diferentes formulações minerais poderia alterar os valores de  $\beta$ -hidroxibutirato, introduzir na literatura valores de  $\beta$ -hidroxibutirato de fêmeas criadas no Paraná e comparar as alterações sanguíneas que ocorrem durante o período seco, gestação e 10 dias do pós-parto, realizou-se este trabalho. Foram utilizadas 30 fêmeas ovinas da raça Suffolk, as quais foram separadas aleatoriamente em dois grupos de 15 fêmeas: um grupo recebeu sal mineral comercial contendo componentes inorgânicos e o outro grupo recebeu sal mineral comercial contendo alguns minerais orgânicos na forma de carboaminofosfoquelato. O sistema adotado foi o confinamento e o sal mineral foi fornecido *ad libitum*. As colheitas de sangue foram mensais e iniciaram um mês antes do início da estação de monta, que se iniciou quando as fêmeas estavam com aproximadamente 8 meses de idade. A suplementação mineral não interferiu, ( $P > 0,05$ ), nos valores plasmáticos do  $\beta$ -hidroxibutirato. A presença da gestação mostrou influenciar o parâmetro analisado, tendo as gestantes apresentado maiores valores séricos de  $\beta$ -hidroxibutirato que as secas.

**Palavras-chave:** borregas; corpos cetônicos; gestação

**ABSTRACT:** The objectives of this study were to compare the effects of supplementation with organic and inorganic minerals in  $\beta$ -hydroxybutirate plasmatic, to

compare the changes that occurs in 3 reproductives periods and provide to literature values of this parameter in the females created in Paraná State, was made this experiment. The objects of the study were 30 Suffolk ewes randomly distributed in two groups of 15 females. A control group received inorganic commercial mineral salt and the challenge group received commercial mineral salt containing some organic minerals in the carboaminofosfoquelate form. The adopted system was the confinement and the salt was supplied *ad libitum*. All animals had blood collected monthly and the first collect was one month before the breeding season started, when the females were approximately 8 months old. There was no difference in the blood parameter analyzed when it was compared to the two commercial formulations, ( $P > 0,05$ ), although the pregnant animals show that they have more  $\beta$ -hidroxibutirate than the dry animals.

**Keywords:** ketones bodies; pregnancy; sheep.

---

Autor para correspondência. E.Mail: vanessaverort@yahoo.com.br

Recebido em 20.12.2013. Aceito em 28.3.2014

<sup>1</sup> Este trabalho faz parte da tese da primeira autora.

<sup>2</sup> Professora substituta da Unesp-Ilha Solteira do Departamento de Biologia e Zootecnia, vanessaverort@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Professor doutor da UEL, Departamento de Clínica Veterinária, wilmar@uel.br

## Introdução

O Perfil Metabólico é uma ferramenta que avalia vários sistemas, detecta lesões teciduais e transtornos no funcionamento de órgãos (GONZÁLEZ & SCHEFFER, 2003). Sendo essencial para estabelecer os parâmetros iniciais de tratamento, confirmar diagnóstico,

determinar prognóstico, planejar a terapêutica e acompanhar o tratamento (ANTUNOVIĆ et al., 2001; RUSSEL & ROUSSEL, 2007).

Identificar alterações no metabolismo das ovelhas, prever e evitar a ocorrência de doenças metabólicas no pré e pós-parto são algumas das vantagens em se

determinar o perfil metabólico nesta espécie (BALIKCI et al., 2007). Por isso, que a dosagem de  $\beta$ -hidroxibutirato, segundo ORTOLANI (2009), durante a gestação é recomendada para se verificar a possibilidade de ocorrência de Toxemia da Prenhez.

A avaliação dos parâmetros sanguíneos também permite aferir a adequação dos planos alimentares implementados na exploração, possibilitando correções imediatas ou alterações das estratégias nos ciclos produtivos seguintes. Entre os numerosos parâmetros testados para esse fim, alguns merecem destaque por serem utilizados entre os pesquisadores como indicadores confiáveis da adequação do plano alimentar e do estado nutricional dos animais: o  $\beta$ -hidroxibutirato e a glicose como indicadores do *status* energético e metabólico, albumina e a uréia na avaliação do *status* proteico (CALDEIRA, 2005).

SARGISON et al. (1994), Ortolani (2009), Ramin, Asri e Majdani (2005) relataram que no final da gestação quando a concentração plasmática de  $\beta$ -hidroxibutirato estiver entre 0,8 mM/ L e 1,6 mM/ L é sugestivo de moderada desnutrição, entre 1,7 mM/ L e 3,0 mM/ L indica uma preocupante carência de energia dietética e em casos clínicos de Toxemia da Prenhez, os valores de  $\beta$ -hidroxibutirato podem ser superiores a 3,0 mM /L.

Entre os corpos cetônicos, o  $\beta$ -hidroxibutirato é sem dúvida o mais utilizado como indicador energético, dada a sua estabilidade no soro e por mostrar a magnitude do balanço energético negativo de animais em situações de necessidade elevada de glicose e da eficiência da utilização dos ácidos graxos não esterificados. Quando os níveis destes ácidos estão elevados e os valores de  $\beta$ -hidroxibutirato baixos, há a indicação de que o organismo tem a capacidade para

utilizar eficientemente o acetil-CoA, enquanto níveis elevados de  $\beta$ -hidroxibutirato indicam claramente que a oxidação total do acetil-CoA não está ocorrendo, estando intensificada a via de oxidação parcial para formação de corpos cetônicos (CALDEIRA, 2005).

A vantagem da dosagem de  $\beta$ -hidroxibutirato é que a análise laboratorial não precisa ser feita logo após a colheita da amostra, podendo ser utilizado o soro, o que facilita a sua obtenção no campo (ORTOLANI, 2009). Recomenda-se que a colheita de sangue seja realizada antes da refeição da manhã, que é o período inter-refeições mais prolongado, para que seja evitado o período de produção do  $\beta$ -hidroxibutirato, a partir do butirato ruminal (CALDEIRA, 2005).

Um desequilíbrio nutricional, detectado pela análise do  $\beta$ -hidroxibutirato, é provocado por uma alimentação inadequada e quando a demanda de energia é alta, como no final da gestação (SILVA

& SILVA, 1983).

Na nutrição, uma tecnologia que tem despertado interesse nos pesquisadores, na indústria e nos produtores é o uso dos minerais orgânicos nas misturas ofertadas para os animais (PEIXOTO et al., 2005).

Os minerais orgânicos são formados por um mineral ligado a uma molécula orgânica, como aminoácidos ou carboidratos, e quando processados recebem o nome de quelatos que formam estruturas com características próprias, como alta biodisponibilidade, tamanho pequeno e ausência de cargas elétricas (KELLOGG & KEGLEY, 2002; PAL et al., 2010; SPEARS, 2003).

Novas pesquisas com essa suplementação devem ser realizadas, visando: definir o nível de inclusão desses minerais nas dietas; estudar o custo-benefício da adoção da tecnologia, determinar o modo de ação dos quelatos nos ruminantes e estabelecer o

comportamento desses minerais em relação às diferentes espécies de animais (SPEARS, 1996).

A importância das análises sanguíneas como meio semiológico, auxiliando os veterinários a estabelecerem diagnósticos, firmarem prognósticos e acompanharem os tratamentos das inúmeras enfermidades que atingem os animais domésticos é reconhecida e consagrada mundialmente.

Entretanto, para que estes objetivos possam ser alcançados e utilizados na plenitude, tornou-se fundamental o conhecimento dos valores de referência do perfil metabólico dos animais sadios, assim como, de suas variações (VIANA et al., 2002).

Alguns trabalhos vêm sendo realizados, porém, segundo, Braun, Trumel & Bézille (2010) e Eshratkhah et al. (2011) na maioria deles os valores encontrados dos parâmetros sanguíneos não estão bem especificados, assim como, os detalhes dos animais; como raça, manejo e idade; os

métodos estatísticos usados para determinar os limites de referência são questionáveis, trazendo um prejuízo na comparação e observação clínica dos resultados obtidos pelos outros autores, e também dificultando um possível diagnóstico de uma patologia.

Braun, Trumel e Bézille (2010) e Eshratkhah et al. (2011) informaram que quando há poucos resultados disponíveis na literatura, os valores de referência podem ser produzidos e validados por cada laboratório, pois cada um utiliza uma metodologia diferente e geralmente analisa sangue de animais da região próxima de onde situa o laboratório, facilitando assim, a interpretação dos resultados. Esta recomendação é especialmente importante na análise do perfil metabólico de rebanhos saudáveis.

Devido o crescimento da ovinocultura do Brasil, o aumento da ocorrência de doenças metabólicas e o interesse em obter resultados sobre os benefícios da suplementação mineral

orgânica, foi realizada uma análise da literatura sobre a influência do uso destes sais na concentração plasmática de  $\beta$ -hidroxibutirato de animais gestantes, no período seco e durante a lactação e evidenciou-se a existência de uma pequena quantidade de pesquisas preocupadas em avaliar as possíveis modificações sanguíneas de animais criados em nossas condições ambientais.

Os fatores anteriormente citados evidenciaram de forma notória a necessidade da realização de estudos para se determinar os valores séricos de  $\beta$ -hidroxibutirato de animais sadios criados no norte do Paraná, Brasil, bem como a avaliação dos fatores de variação sobre este parâmetro sanguíneo. Entre estes fatores cita-se a gestação, o período seco, puerpério e a alimentação, justificando-se assim, a realização desta pesquisa.

Então, os objetivos do trabalho foram detectar se a utilização de diferentes formulações minerais poderia alterar os valores sanguíneos de  $\beta$ -hidroxibutirato,

introduzir na literatura valores deste parâmetro de fêmeas criadas no Paraná e comparar as alterações sanguíneas que ocorrem durante o período seco, com início na vida prépubere; gestação e 10 dias do pós-parto.

### **Material e Métodos**

O experimento foi realizado numa propriedade rural localizada no município de Prado Ferreira, 23°02'22'' de latitude Sul, 51°26'32'' de longitude Oeste e 651m de altitude, norte do Paraná, Brasil (IPARDES, 2007).

Foram utilizadas 30 fêmeas ovinas da raça Suffolk, as quais foram separadas aleatoriamente em dois grupos de 15 fêmeas: um grupo recebeu sal mineral comercial inorgânico e o outro grupo recebeu sal mineral comercial contendo alguns minerais orgânicos, na forma de carboaminofosfoquelato. Para que não houvesse mistura entre os lotes, foi colocado colar nos animais, sendo que cada grupo, usou uma cor. Optou-se por trabalhar com sal mineral comercial,

Tabela 1, para que pudesse ser simulado o que realmente ocorre no campo.

**Tabela 1** – Fórmula do sal mineral orgânico e inorgânico que foi fornecido ao grupo experimental e controle, em níveis de garantia por kg do produto.

Elemento	Formulação Mineral Orgânica	Formulação Mineral Inorgânica
Cálcio	120g	140g
Fósforo	87g	60g
Sódio	147g	136g
Enxofre	*18g	5g
Cobre	*590mg	150mg
Cobalto	*40mg	90mg
Cromo	*20mg	-
Ferro	*1.800mg	-
Iodo	80mg	180mg
Manganês	*1.300mg	400mg
Selênio	*15mg	13mg
Zinco	*3.800mg	3.000mg
Molibdênio	300mg	-
Flúor (máx.)	870mg	600mg
Magnésio	-	6g
Cloro	-	216g
Lisina	-	200 mg
Metionina (máx.)	-	40 mg
Tirosina	-	82 mg
Solubilidade do Fósforo em Acido Cítrico a 2% (mín)	95%	95%

\* minerais orgânicos

**Fonte:** Formulação Mineral Orgânica: Tortuga Companhia Zootécnica Agrária (2008). Formulação Mineral Inorgânica: Premix Suplementação Mineral (2008).

As fêmeas iniciaram o consumo dos sais aos 4 meses de idade, ao desmame, com pesos iniciais de  $20,26 \pm 4,54$  kg para as fêmeas que receberam sal mineral orgânico e  $21,9 \pm 4,9$  kg para as fêmeas que receberam sal mineral inorgânico. O sistema adotado foi o confinamento e a alimentação consistiu de ração comercial

(23,04% Proteína Bruta), cana de açúcar picada, que era oferecida todos os dias; água e sal mineral; fornecidos à vontade nos cochos.

Em março de 2008 quando os animais estavam com aproximadamente 8 meses e pesos médios iguais a  $35,33 \pm 4,46$  kg e  $37,2 \pm 6,45$  kg para os grupos

orgânico e inorgânico, respectivamente, foram colocados em estação de monta, a qual teve duração de 3 meses, e para que não houvesse interferência do macho, houve rodízio mensal na cobertura.

Após 2 meses de seu término, foi realizado o exame de ultrassonografia para verificação da quantidade de ovelhas prenhes no rebanho, as quais não foram separadas do lote inicial para que não fosse introduzida outra variável.

As colheitas de sangue foram realizadas conforme Tabela 2 e foram

realizadas após jejum *over-night* e através de venopunção da jugular utilizando o sistema a vácuo com agulhas BD Vacutainer® descartáveis 22G X 1”, adaptador para tubos de colheita e tubos de 10 ml sem anticoagulante. O transporte dos tubos até o laboratório foi realizado em estantes verticais, sendo que o conjunto estante- tubos foi colocado numa inclinação de aproximadamente 45° para facilitar a separação do soro.

**Tabela 2** – Calendário de colheita de sangue das fêmeas secas e que emprenharam durante o experimento.

Colheitas	Fêmeas gestantes	Fêmeas Secas
1	1 mês antes da estação de monta (fev. 2008)	1 mês antes da estação de monta (fev. 2008)
2	Início estação de monta (março 2008)	dia do início da estação de monta (março 2008)
3	1º mês de gestação	abril 2008
4	2º mês de gestação	maio 2008
5	3º mês de gestação	junho 2008
6	4º mês de gestação	julho 2008
7	5º mês de gestação	agosto 2008
8	10 dias do pós-parto	setembro 2008

**Fonte:** Dados da pesquisa.

As amostras foram centrifugadas por 10 minutos para obtenção do soro, o qual foi colocado em tubos de eppendorf e congelados a -10°C para posteriores

análises. A concentração do □-hidroxibutirato foi obtida por espectrofotometria no aparelho Bioplus, utilizando metodologia enzimática cinética



kit da marca Randox. As amostras foram analisadas no Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário da Universidade Estadual de Londrina.

Os dados obtidos foram avaliados através do programa SAEG (UFV, 2007), utilizando-se análises de variância e de Tukey, regressão e para o cálculo da taxa de prenhez com 5% de significância utilizou-se o teste Qui-Quadrado.

### **Resultados e Discussão**

A taxa de prenhez não foi diferente significativamente ( $X^2 > 0,05$ ) para os grupos que receberam suplementação mineral inorgânica (6) e orgânica (2). Acredita-se que esta taxa pode ter sido influenciada pelo baixo peso das fêmeas no início da estação de monta e por serem nulíparas.

Observa-se, segundo a Tabela 3, que as fêmeas que receberam sal mineral inorgânico e as fêmeas que receberam sal mineral orgânico não diferiram entre si. Por outro lado, a presença ou ausência de

prenhes mostrou efeito significativo, ( $P < 0,05$ ).

Este trabalho concorda com Ribeiro et al. (2004) que estudaram ovelhas Border Leicester x Texel, criadas no Rio Grande do Sul, esses autores encontraram que as ovelhas gestantes, tiveram maiores valores séricos de  $\beta$ -hidroxibutirato. Concorda também com BRITO et al. (2006) que estudou ovinos leiteiros da raça Lacaune criados em confinamento na Serra Gaúcha, pertencentes as mesmas categorias estudadas no presente experimento e encontraram diferença quando analisaram as ovelhas prenhes e as secas, tendo esta segunda categoria menor valor de  $\beta$ -hidroxibutirato.

Esta pesquisa concorda também com Harmeyer e Schlumbohm (2006) e com Duehlmeier et al. (2011) que quando estudaram as alterações metabólicas de ovelhas secas, prenhes e lactantes encontraram diferenças

estatísticas entre os períodos estudados, sendo que os maiores valores de  $\beta$ -hidroxibutirato foram encontrados durante o final da gestação e lactação, quando compararam com o período seco e início da gestação e explicaram que a diferença nos valores de  $\beta$ -hidroxibutirato, entre as fêmeas gestantes e as secas é porque no

final da gestação, ocorre um grande desenvolvimento do feto, há um incremento das necessidades maternas de nutrientes para o desenvolvimento do úbere e da própria manutenção, fazendo que a reserva energética seja metabolizada aumentando os valores séricos do parâmetro analisado nesse artigo.

**Tabela 3** – Valores séricos médios de  $\beta$ -hidroxibutirato em fêmeas ovinas da Raça Suffolk em função do tipo de sal, prenhez e dias de colheita.

Fontes de variação	$\beta$ -hidroxibutirato (mmol/l)
<b>Tipo de sal (T)</b>	
Sal inorgânico (0)	0,27
Sal orgânico (1)	0,27
<b>Prenhes (P)</b>	
Ausente (0)	0,26 b
Presente (1)	0,28 a
<b>Dias de colheita</b>	
0	0,20
29	0,27
56	0,28
91	0,25
120	0,24
153	0,33
181	0,33
210	0,24
<b>Médias Gerais</b>	<b>0,27</b>
<b>Significância F</b>	
Tipo	NS
Prenhes	**
Interação TXP	NS
Interação TXD	NS
Interação PxD	NS
<b>Coefficiente de variação</b>	<b>21,96</b>

\*\* ( $P \leq 0,05$ ); NS = não significativo. Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, diferem entre si significativamente ( $P < 0,05$ ).

**Fonte:** Dados da pesquisa.

Todos os valores encontrados de  $\beta$ -hidroxibutirato durante o experimento estiveram dentro dos valores de referência segundo, KANEKO (1997) mostrando que as fêmeas estavam com o *status* nutricional adequado e que não houve nenhum animal que desenvolveu Toxemia da Prenhez.

Pode ser observado, na Tabela 3, que as interações calculadas de tipo de sal com dias de colheita, presença de prenhez com dias de colheita e a interação do tipo de sal ofertado com a presença ou não de prenhez, não apresentaram diferença estatística.

As análises de regressão dos valores de  $\beta$ -hidroxibutirato em função dos dias de colheita só não foram significativas para os dados colhidos em fêmeas prenhes que receberam sal mineral orgânico, Figura 1. Para as fêmeas não prenhes e que receberam sal inorgânico ou orgânico e para as fêmeas prenhes que ingeriram sal inorgânico, as equações quadráticas foram significativas apresentando pontos de máximo valor de  $\beta$ -hidroxibutirato de 139,

132 e 258 dias de colheita, respectivamente para TOP0, T1P0 e TOP1. Pode-se dizer que para as fêmeas não prenhes os valores máximos ocorreram mais cedo, enquanto que a prenhez elevou o ponto de máximo a 258 dias que é o final da gestação e início da lactação, concordando com CARDOSO et al. (2010), que no experimento realizado com ovelhas Santa Inês, os autores encontraram o mesmo tipo de equação e relataram que esse comportamento gráfico mostra que houve uma provável mobilização de elementos, que não os carboidratos, para atender as necessidades de energia das ovelhas no parto.

Ribeiro et al. (2003) quando pesquisaram borregas secas da raça Corriedale mantidas em pastagens nativas do Rio Grande do Sul encontraram diferenças estatísticas nos valores séricos de  $\beta$ -hidroxibutirato entre os períodos analisados, tendo encontrado maiores valores no verão, o que sugeriu que os animais tiveram balanço energético negativo o que não concorda com o estudo

realizado pois os valores séricos deste parâmetro não sofreu alterações significativas nos dias estudados.

### Conclusões

Pode-se concluir com este experimento que as formulações minerais ofertadas para as fêmeas estudadas não influenciaram nos valores de  $\beta$ -hidroxibutirato.

As fêmeas prenhes apresentaram maiores valores de  $\beta$ -hidroxibutirato que as fêmeas secas, pois na gestação e no início da lactação há alta demanda energética tanto para manter o crescimento do feto, desenvolvimento da glândula mamária e para a manutenção da fêmea.

As fêmeas secas Suffolk, criadas em confinamento no interior do Paraná possuem nível plasmático de  $\beta$ -hidroxibutirato de 0,26 mmol/l e as gestantes 0,28 mmol/l, estes valores podem ser usados como referência para outros autores.

Os animais estudados não apresentaram déficit energético, pois todos

os valores encontrados durante o experimento encontravam-se dentro dos limites de referência, mostrando que as fêmeas estudadas receberam uma nutrição adequada que atendeu a demanda exigida durante o período seco, gestação e a lactação.

Este estudo simulou o que ocorre nos valores séricos de  $\beta$ -hidroxibutirato das ovelhas em vários períodos produtivos e reprodutivos das propriedades rurais do Brasil, que utilizam as formulações minerais utilizadas no experimento.

### Referências Bibliográficas

ANTUNOVIĆ, D.; SENČIĆ, M.; SPERANDA, B. Influence of the season and the reproductive status of ewes on blood parameters. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 45, p. 39-44, 2001.

BALIKCI, E.; YILDIZ, A.; GÜRDOĞAN, F. Blood metabolite concentrations during pregnancy and postpartum in Akkaraman ewes. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 67, p. 247-251, 2007.

BRAUN, J.P.; TRUMEL, C.; BÉZILLE, P. Clinical biochemistry in sheep: A selected review. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.92, p10-18, 2010.

BRITO, A.M., et al. Composição do sangue e do leite em ovinos leiteiros do sul do Brasil: variações na gestação e na lactação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 942-948, maio-jun. 2006.

CALDEIRA, R.M. Monitorização da adequação do plano alimentar e do estado nutricional em ovelhas. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa. v. 100, p. 125-139, 2005.

CARDOSO, E.C. et al . Peso e condição corporal, contagem de OPG e perfil metabólico sanguíneo de ovelhas da raça Santa Inês no periparto, criadas na região da Baixada Litorânea do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 77-82, maio/ago. 2010.

DUEHLMEIER, R. et al. Metabolic adaptations to pregnancy and lactation in German Blackheaded Mutton and Finn sheep ewes with different susceptibilities to pregnancy toxemia. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 96, p. 178-184, 2011.

ESHRAKHAH, B. et al. Relationship between the level of plasma insulin and lipidprofile in Iranian fat-tailed sheep. **Comparative Clinical Pathology**, Iran, v.20, n.3, p.223-226, 2011.

GONZÁLEZ, F.H.D., SCHEFFER, J. F. S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; CAMPOS, R. (Eds.). **Anais do I Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. p. 73-89.

HARMEYER, J.; SCHLUMBOHM, C. Pregnancy impairs ketone body disposal in late gestating ewes: Implications for onset of pregnancy toxemia. **Research in Veterinary Science**, Hannover, v. 81, p. 254-264, 2006.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONOMICO E SOCIAL – IPARDES. Área, altitude e coordenadas geográficas, segundo os municípios do Paraná. In: \_\_\_\_\_. **Anuário estatístico do Estado do Paraná**. Curitiba, 2007. Disponível em: <[http://www.ipardes.gov.br/anuario\\_2007/1territorio/tab1\\_1\\_1.htm](http://www.ipardes.gov.br/anuario_2007/1territorio/tab1_1_1.htm)> Acesso em: 20 out. 2008.

KANEKO, J.J. Carbohydrate Metabolism and its disease. In:\_\_\_\_. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5. ed. New York: Academic Press, 1997. p. 45-81.

KELLOGG; D.W., KEGLEY, E.B. Feed supplements: organic-chelated minerals. In: FUQUAY, J. W. (Ed.). **Encyclopedia of Dairy Science**. London: Academic Press, 2002. p. 981-996.

ORTOLANI, E.L. **Toxemia da prenhez em pequenos ruminantes: como reconhecê-la e evita-la**. [S.l.]: Monografias.com, 2009. Disponível em:

<<http://br.monografias.com/trabalhos901/toxemia-prenhez-ruminantes/toxemia-prenhez-ruminantes.shtml>>. Acesso em: 25 ago. 2009.

PAL, D.T. et al. Effect of copper- and zinc-methionine supplementation on bioavailability, mineral status and tissue concentrations of copper and zinc in ewes. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, India, v. 24, p. 89-94, 2010.

PEIXOTO, P.V. et al. Princípios de suplementação mineral em ruminantes. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 25, ed. 3, p.195-200, 2005.

PREMIX SUPLEMENTAÇÃO MINERAL. **Agrícola Cantelli**. Disponível em:[http://www.cantelli.com.br/destaque\\_007.php](http://www.cantelli.com.br/destaque_007.php)>. Acesso em: 14 abr. 2008.

RAMIN, A.G.; ASRI, S.; MAJDANI, R. Correlations among serum glucose, beta-hydroxybutyrate and urea concentrations in non-pregnant ewes. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 57, p. 265-269, 2005.

RIBEIRO, L.A.O. et al. Perfil metabólico de borregas Corriedale em pastagem nativa do Rio Grande do Sul. **Acta Scientiae Veterinariae**, Santa Maria, v. 31, p. 167-170, 2003.

RIBEIRO, L.A.O. Perfil metabólico de ovelhas Border Leicester X Texel durante a gestação e a lactação. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 99, p. 155-159, 2004.

RUSSEL, K.E.; ROUSSEL, A.J. Evaluation of the ruminant serum chemistry profile. **Veterinary Clinical Food Animal**, Texas, v. 23, p. 403-426, 2007.

SAEG . **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

SARGISON, N. D. et al. Plasma enzymes and metabolites as potential prognostic indices of ovine Pregnancy Toxaemia--a preliminary study. **British Veterinary Journal**, Oxford, v. 150, p. 271-278, 1994.

SILVA, A.E.D.F.; SILVA, M.U.D. **Conceitos de higiene no manejo perinatal da criação caprina**. Sobral: EMBRAPA - CNPC, 1983.

SPEARS, J.W. Organic trace minerals in ruminant nutrition. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 58, n. 1/2, p. 151-163, 1996.

SPEARS, J.W. Trace mineral bioavailability in ruminants. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 133, p. 1506-1509, 2003.

TORTUGA COMPANHIA ZOOTÉCNICA AGRÁRIA. **Produtos para Ovinos**.

Disponível em:

<[http://www.tortuga.com.br/produto\\_i](http://www.tortuga.com.br/produto_i)

VIANA, R.B. et al. Influência da gestação e do puerpério sobre o leucograma de caprinos da raça Saanen, criados no Estado de São Paulo. **Brazilian Journal Veterinarian Research Animal Science**, São Paulo, v. 39, n.4, p. 196-201, 2002.