

# O USO DO PERFIL METABÓLICO NA NUTRIÇÃO DE VACAS LEITEIRAS

Paula Adriana Grande<sup>1</sup> & Geraldo Tadeu dos Santos<sup>2</sup>

## INTRODUÇÃO

A secreção láctea é importante na nutrição humana e animal e, conforme a variação das necessidades de alimentação e das preferências do consumidor, o enfoque da produção tem sido modificado com o tempo. Nesse sentido, inicialmente interessou o volume e a qualidade higiênica do leite; depois o teor gorduroso, e atualmente, também o teor protéico. Estas demandas do mercado têm influenciado o manejo da alimentação e os hábitos dos animais, que têm sido exigidos metabolicamente para cumprir com as necessidades produtivas dos estabelecimentos leiteiros.

Devido a esta intensificação nos sistemas de produção animal tem levado a um aumento do risco de aparecimento de transtornos metabólicos nos rebanhos leiteiros uma vez que o desafio metabólico imposto pela maior produtividade favorece o desequilíbrio entre o aporte de nutrientes no organismo, capacidade de metabolização desses componentes e os níveis de produção alcançados (González, 2000)

O equilíbrio entre a produção e a saúde das vacas é instável sob determinadas condições, sendo uma necessidade técnica estabelecer as causas de variação na composição do leite para manter um sistema de produção sadio e economicamente rentável.

Durante várias décadas a análise dos componentes sangüíneos tem sido a forma mais freqüente de conhecer e interpretar o estado de saúde da vaca leiteira, basicamente no que se refere a seu estado metabólico (Wittwer, 2000). Exceto no caso da mastite, diagnosticada quimicamente através de alterações no leite, doenças como acidose metabólica, alcalose, cetose, hipocalcemia, hipomagnesia, transtornos ruminais e outras, se sustentam na

---

<sup>1</sup> Doutoranda pelo Programa de Pós-graduação em Zootecnia na UEM; <sup>2</sup> Professor Titular do Departamento de Zootecnia da UEM.

análise do perfil metabólico sangüíneo, em dados do equilíbrio ácido-básico e do líquido ruminal, e em biópsias de ossos e fígado.

Para diagnóstico e estudo das doenças metabólico-nutricionais têm sido empregado desde 1970 os perfis metabólicos, exame que permite estabelecer por meio de análises sangüíneas de grupos representativos de animais de um rebanho, seu grau de adequação nas principais vias metabólicas relacionadas com energia, proteínas e minerais, bem como a funcionalidade de órgãos vitais.

Nos últimos anos, o perfil metabólico também tem sido empregado na avaliação do balanço nutricional dos rebanhos, uma vez que em algumas situações as dietas mal balanceadas podem influenciar nas concentrações sangüíneas de alguns metabólitos, tanto no sangue como em outros fluidos biológicos, tais como leite, urina e saliva (González, 2000).

Geralmente, a maioria das doenças metabólico-nutricionais e os desequilíbrios nutricionais têm um efeito de difícil percepção e limitam a produção animal de modo persistente causando diminuição na rentabilidade da empresa pecuária.

## **DOENÇAS DE PRODUÇÃO**

As doenças relacionadas à produção são transtornos metabólicos que se apresentam em um grupo de animais de produção, induzidos por medidas de seleção ou manejo e que tem como causa um desequilíbrio entre a entrada de um ou mais nutrientes ao organismo, sua biotransformação e a saída destes do organismo (Wittwer, 2000).

O conceito de transtorno metabólico nutricional deve ser entendido em forma diferente se referido a um indivíduo ou a um grupo de indivíduos em um sistema produtivo.

Indivíduo = *doença metabólica*: alteração da capacidade de homeostase em um indivíduo produto da mudança no grau de transformação de um processo metabólico relacionado com um nutriente (Oyarzum, 1997).

Rebanho = *doença de produção*: desequilíbrio entre o volume de entrada (aporte e consumo da dieta), circulação (transporte e biotransformação) e saídas (resíduos metabólicos + produção) de um nutriente em um grupo de animais de um sistema produtivo (Seglar, 1997)

Wittwer (2000) descreve que a capacidade de um animal para se ajustar a um balanço negativo depende do volume de suas reservas corporais disponíveis. Pelo contrário, a adaptação a um balanço positivo depende de sua capacidade metabólica para armazenar reservas. Os balanços nutricionais negativos são as causas das maiorias das doenças de produção. Embora seja normal algum grau de deficiência em alguns períodos, especialmente no início da lactação, a linha entre normalidade e doença é facilmente atravessada (Wolff et al. 1978)

A vaca de alta produção enfrenta no início da lactação uma série de situações de estresse metabólico nutricional que necessita diversos processos de adaptação para poder manter sua homeostase e não cair nos transtornos metabólicos demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1. Problemas metabólicos da vaca de alta produção.

<b>Entradas</b>	<b>Circulação</b>	<b>Saídas</b>
Apetite aumentado ↓ Sobrecarga ruminal Fermentação instável ↓ Acidose ↓ Laminite ↓ Úlcera solar	Mobilização tissular ↓ Cetose ↓ Fígado gorduroso ↓ Anorexia Diminuição da produção	Elevada produção ↓ Excessiva perda de peso ↓ Anestro ↓ Fertilidade reduzida

Fonte: Wittwer et al. (1996)

## **O PERFIL METABÓLICO**

O teste do perfil metabólico foi desenvolvido por Payne em Compton na Inglaterra como método para estudar as causas da alta incidência de certas doenças que até então eram chamadas de doenças de produção (Payne et al., 1970).

O termo “perfil metabólico” se refere ao estudo de alguns componentes hemato-bioquímicos específicos que servem para avaliar, diagnosticar e prevenir transtornos metabólicos. O perfil metabólico também fornece informações valiosas com relação ao *status* nutricional do rebanho como citaram Wittwer e Contreras (1980).

A avaliação clínica, de rebanhos com problemas de produção, pode ser complementada pela análise do perfil metabólico destes animais. Sommer (1995) descreveu que as informações relacionadas à alimentação e ao manejo dos rebanhos devem sempre acompanhar a respectiva história clínica para uma correta interpretação dos resultados encontrados.

Cote e Hoff (1991) sugerem recolher informações relacionadas à idade, produção de leite, fase da lactação e condição corporal do animais analisados.

### **1. Objetivos do perfil metabólico**

Obter quanto antes a resposta de um grupo de vacas sobre a sua dieta (Wittwer et al., 1993):

- Avaliar a condição metabólica nutricional de um grupo de animais;
- Diagnosticar a presença de transtornos metabólicos em rebanhos;
- Manter um controle do balanço metabólico e condição sanitária do rebanho;
- Servir de instrumento de avaliação metabólica de ensaios.

### **2. Algumas condições em que o perfil metabólico pode ser empregado (González e Rocha, 1998)**

- Problemas no volume ou na qualidade da produção de leite;
- Elevada incidência de transtornos metabólicos;
- Controle do balanço metabólico energia-proteína;
- Diagnóstico ou avaliação de deficiências minerais;
- Pesquisa de problemas de fertilidade.

Rademacher (1999) afirma que o perfil metabólico (PM) não é um exame nutricional, uma vez que os metabólicos não são indicadores da condição nutricional dos indivíduos, mas mostram quando tem sido alterada a

capacidade de homeostase sendo, portanto indicadores do balanço metabólico nos animais.

### **3. Amostras**

O procedimento para aplicar o perfil metabólico em um rebanho está baseado na amostragem de um ou mais subgrupos de 7 indivíduos, representativos dos grupos de animais do rebanho, nos quais interessa estabelecer a sua condição metabólica ou sanitária (Wittwer et al., 1993).

Para este objetivo, entende-se como grupo o conjunto de animais de similar condição genética, fisiológica, de alimentação e manejo.

Em um rebanho leiteiro comumente são obtidas amostras de dois grupos, a saber: 7 vacas nos dois últimos meses de gestação e 7 vacas no início da lactação (Wittwer et al., 1993).

### **4. Variáveis**

Dirksen e Breitner (1993) comentam que os componentes bioquímicos sangüíneos mais comumente determinados no perfil metabólico representam as principais vias metabólicas do organismo, das quais a glicose, o colesterol e o beta-hidroxiacetato representam o metabolismo energético, a uréia, a hemoglobulina, as globulinas, a albumina e as proteínas totais representam o metabolismo protéico e o cálcio, o fósforo inorgânico, o magnésio, o sódio e o potássio representam os macrominerais (Wittwer e Contreras, 1980). Adicionalmente são estudados metabólitos indicadores do funcionamento hepático tais como as enzimas AST (aspartato aminotransferase), GGT (gama-glutamilttransferase) e GDH (glutamato desidrogenase), bem como albumina e colesterol (Gonzalez, 1997).

O número de variáveis potencialmente mensuráveis no PM é limitado, mas na prática são utilizadas somente aquelas das quais se possui um adequado conhecimento sobre a sua fisiologia e bioquímica, de modo a permitir a interpretação correta dos resultados obtido, como relatou Wittwer (2000). Por outro lado, também são necessários métodos e equipamentos que façam economicamente viável a sua determinação, além de valores de referência que permitam a comparação com os resultados obtidos. Na tabela abaixo são mostradas algumas variáveis que podem ser empregadas nos PM.

Tabela 2. Parâmetros usados no perfil metabólico de ruminantes.

Parâmetros	Valor referência* (bovinos)	Sensibilidade		
		Sensibilidade	Especificidade	Outra
	A. Energia			
Glicose S*	2,5 – 4,1 mmol/L	+++		Glicólise da amostra
Ácidos graxos livres P*	3 – 10 mg/dL		+++	Alta variação
Corpos cetônicos U-L	< 10 mg/dL			Sensibilidade técnica
β-OH-butirato P-L	< 0,5 mmol/L			
Colesterol P	3,0 – 5,0 mmol/L		+	
Condição corporal		+++	+	
B. Proteínas				
Hemoglobina S	9,0-13,0 g/dL		+++	
Uréia P-L	2,6-7,0 mmol/L		+	
Albumina P	30-41 g/L	++	+	
C. Minerais				
Cálcio P	2,0-2,6 mmol/L	+++		
Fosfato P	1,1- 2,3 mmol/L		+	Aumento <i>in vitro</i>
Magnésio P	0,7-1,1 mmol/L			
Magnésio U*	CUM = 1mmol/L			
Sódio Sa	110-130 mmol/L			
Potássio Sa*	<10 mmol/L			
Cobre P	10-22 μmol/L			
Zinco P	8 –24 μmol/L			Contaminação
Selênio(GSH-Px) S	> 60 U/g Hb			
T4 P	> 15 nmol/L	+	+	

\* S = sangue; P= plasma; U= urina; L= leite; Sa= saliva.

A concentração sangüínea de um determinado metabólito é indicador do volume de reservas de disponibilidade imediata. Essa concentração é mantida dentro de certos limites de variações fisiológicas, consideradas como valores de referência ou valores normais. Os animais que apresentam níveis sangüíneos fora dos valores de referência são animais que podem estar em desequilíbrio nutricional ou com alguma alteração orgânica que condiciona uma diminuição na capacidade de utilização ou biotransformação dos nutrientes (Wittwer, 1995).

Variações dos componentes do perfil metabólico sangüíneo em vacas leiteiras podem estimar o processo de adaptação metabólica a novas situações

fisiológicas ou de alimentação. Transtornos como cetose ou desequilíbrios no nitrogênio ou no metabolismo mineral podem ser detectados através da análise direta do perfil metabólico (Payne e Payne, 1987).

## 5. Manejo e apresentação dos dados

Contreras (2000) relata que o manejo dos resultados gerados pelas análises de laboratório deve ser realizado mediante o uso de programas de computação que permitam calcular médias e desvios para compará-los com valores de referência e gerar tabelas que possibilitam compreender facilmente os seus significados, bem como gráficos ou histogramas, que facilitem a comparação das diferenças entre as médias de referência com as obtidas para cada variável.

Na Tabela abaixo aparece um exemplo de um PM de um grupo de 7 vacas da raça Holandesa na 3<sup>o</sup> semana de lactação.

Tabela 3. Perfil metabólico em grupo de 7 vacas da raça Holandesa na 3<sup>o</sup> semana de lactação.

VACA	LEITE	CC	βOHB	URE	PRO	ALBU	GLOB	Pi	Mg
	L/d	1-5	mmol/L	g/L	g/L	g/L	g/L	mmol/L	mmol/L
001	15	3,0	0,55 +	3,5	78	31	47	1,6	0,68
002	19	3,0	0,89 +	4,0	75	33	42	1,9	0,91
003	24	3,0	0,94 +	5,3	73	36	37	2,1	0,84
004	25	2,5	1,55 +	4,9	84	35	49	2,0	0,75
005	23	2,5	1,24 +	4,7	86	37	49	1,8	0,80
006	17	3,0	0,79 +	3,7	72	38	34	1,6	0,67
007	05-	3,5	0,26	5,5	96 +	31	65 +	2,0	0,44 -
<b>Grupo</b>									
Média (x)	18	2,9	0,89	4,5	81	34	46	1,9	0,73
DP	6	0,3	0,39	0,7	8	3	9	0,2	0,15
H*	- 0,4	- 0,2	5,9	- 0,3	0,5	-0,3	1,0	0,6	- 0,7
<b>Valor referência</b>									
Média (x)	20	3	0,24	4,8	78	35	40	1,7	0,9
DP	5	0,5	0,11	1,1	6	3	6	0,3	0,25

**Valor de H** =  $x$  (média obtida) –  $X$  (média de referência)/desvio padrão (DP) da referência. Aceita-se um valor máximo de H de 2.

## 6. Interpretação

Segundo Whitaker e Kelly (1995) a interpretação correta de um PM é o aspecto mais difícil de se fazer. Considera-se que uma variação é significativa quando:

1. A média de uma variável em um grupo supera em 2 vezes o desvio padrão à média populacional;
2. O percentual de indivíduos de um grupo de animais, com valores alterados em uma variável, é superior a 19%;
3. O desvio padrão é maior que o da referência, devido a uma elevada variância do grupo;
4. O responsável pelo rebanho deverá julgar a transcendência que podem ser as alterações detectadas em relação com os problemas apresentados considerando os antecedentes de alimentação, produção e manejo do rebanho;
5. As mudanças na concentração sangüínea de um elemento são provocadas não somente por variações no seu aporte, mas também pelo aporte de outros elementos, devidos às estreitas inter-relações metabólicas que existem no organismo. Também deve ser considerada a sensibilidade do indicador empregado como variável. Assim, para a glicemia e a calcemia, os mecanismos hormonais da sua homeostase mantêm constante a sua concentração sangüínea, sendo, portanto pouco sensíveis.

## **DIAGNÓSTICO DOS DESEQUILÍBRIOS METABÓLICOS DE ENERGIA EM REBANHOS BOVINOS**

Nos rebanhos leiteiros de alta produção é importante obter um correto balanço nutricional, especialmente nos períodos de maiores exigências, que correspondem ao início da lactação, como citou Batidas et al. (1990). No período inicial da lactação a vaca chega ao máximo de sua produção, apesar do consumo de alimento estar deprimido, devendo mobilizar as suas reservas corporais para atender as elevadas exigências metabólicas (Wittwer, 2000). Neste período ocorre também à época de reprodução, fato importante de considerar, uma vez que o aumento das demandas metabólicas diminui a fertilidade das vacas e, com isso, a meta de obter uma cria ao ano não é atendida.

Zadinic et al. (1996) descreveram que as Doenças Metabólicas ou Doenças de Produção são provocadas por um desequilíbrio entre os nutrientes que entram no organismo animal (glicídeos, proteínas, minerais, água), o seu



metabolismo e os que saem através das fezes, urina, leite e o feto. Os desequilíbrios nutricionais que afetam os rebanhos são produzidos em função do aporte e/ou da utilização dos alimentos que não são capazes de preencher as exigências de manutenção, gestação ou produção. Sommer (1995) relata que quando esses desequilíbrios são de curta duração e não são muito severos, o metabolismo animal pode compensar utilizando suas reservas corporais. Quando o desequilíbrio é severo ou moderado e persistente, o animal esgota suas reservas corporais e ocorre a doença.

Lamentavelmente, a maioria dessas doenças tem um efeito de difícil percepção e atuam limitando a produção das espécies de um modo persistente provocando uma diminuição na rentabilidade da empresa pecuária.

Barros et al. (2000) afirmam que os primeiros antecedentes com relação à avaliação do metabolismo energético em bovinos fazem referência à determinação da concentração de glicose em amostras de sangue, técnica que rapidamente foi deixada de lado considerando o forte controle homeostático hormonal que o organismo mantém sobre sua concentração, o que permite que se mantenha sempre muito constante independente de fatores associados à dieta. Wittwer (2000) comenta outro fator que influi foi à dificuldade prática para controlar a rápida glicólise *in vitro* produzida nas amostras de sangue. Este fato significou que muitas das hipoglicemias diagnosticadas foram um erro de procedimento antes que um diagnóstico de deficiência energética.

Da mesma forma, Hoover (1996) descreveu que tem sido dosada a concentração de ácidos graxos livres (FFA ou NEFA) em amostras de sangue. Porém, contrariamente à glicemia, foi observado que este metabólito apresenta uma elevada variação dentro do dia, produto do tempo de ingestão e de condições ambientais alheias ao balanço de energia, como é o caso do *estresse*, limitando assim a sensibilidade interpretativa. Além do mais existem limitações de ordem prática e econômica no manejo da amostra, bem como na metodologia analítica disponível atualmente.

Segundo Wittwer et al. (1993) considerando que nos exames de perfil metabólico é então sugerido incluir como variáveis para avaliar o balanço energético de vacas leiteiras, as observações quanto a Condição Corporal, junto com a determinação das concentrações de  $\beta$ -hidroxibutirato ( $\beta$ HB) e uréia

em amostras de sangue ou de leite e, complementarmente, colesterol e a enzima aspartato transaminase (AST) sangüíneos como descrito na Tabela 4.

Tabela 4. Variáveis usadas para avaliar o balanço metabólico de energia em vacas leiteiras.

Variável	Intervalo de referência	Interpretação
Condição Corporal	2,5 a 4,0 pontos (escore) dependendo do estado fisiológico	↑↓ Dependendo da acumulação de reservas lipídicas
β-hidroxibutirato	Pré-parto: < 0,5 mmol/L	↑ Com o aumento da mobilização lipídicas por falta de energia
Uréia	2,5 a 7,0 mmol/L	↑↓
Colesterol	Pré-parto: 1,7 a 4,3 mmol/L Lactação: 2,7 a 5,3 mmol/L	↓ Deficiência de energia-fibra ↑ Excesso de gordura na dieta
AST*	<120 U/L (a 37°C)	↑ Lesão hepato-celular secundária a excessiva mobilização lipídicas.

\* aspartato transaminase

Fonte: Wittwer (2000)

## 1. Determinação do β-hidroxibutirato

Os corpos cetônicos, β-hidroxibutirato (βHB) e acetoácido são fontes de energia na ausência de glicídios e lipídeos nos ruminantes.(Wittwer, 2000a) seus precursores são os lipídeos e ao ácidos graxos da dieta, bem como os depósitos de gordura do animal. O ácido butírico produzido no rúmen é transformado no epitélio dos pré-estômagos, via acetoacetato, em βHB, sendo este o principal corpo cetônico do sangue do ruminante normal (Wittwer, 2000a).

Os ácidos graxos de cadeia longa, produzidos na mobilização de reservas de gordura, são convertidos no fígado em acetoacetato e depois em βHB, o qual pode ser utilizado como fonte de energia e na síntese de gordura no leite. A cetose, doença metabólica dos ruminantes, é causada quando a produção de corpos cetônicos é maior que a sua utilização, quando existe um déficit de energia (oxalacetato no ciclo de Krebs), em decorrência da alta demanda da glicose para produzir lactose (Wittwer, 2000a).

Marquez e Rodemacher (1999) relataram que o limite máximo fisiológico de corpos cetônicos no leite não está estabelecido, embora seja conhecido que este fluido tem uma concentração equivalente a 10-20% do sangue. Na Suécia, os pesquisadores adotaram um valor limite de 0,4 mmol/L, sobre o qual ocorre perda de fertilidade, medida através do incremento do período parto-primeiro cio e parto-primeira inseminação e parto-gestação, além de aumento do número de serviços (González, 2000). Na Alemanha se aceita o limite de 0,25 mmol/L como valor máximo fisiológico, embora estudos mais recentes indicam um efeito sobre a fertilidade com valores de 0,8 mmol/L, (González, 2000).

Segundo Wittwer (2000a), o diagnóstico de cetose foi baseado por anos na determinação dos corpos cetônicos em amostras de urina, leite ou sangue mediante o teste de Rothera, método que tem um nível de detecção superior a 1 mmol/L. Esta prova reage principalmente com a acetona e o acetoacetato e, em menor grau com  $\beta$ HB. Favreto (2001) relata que atualmente é utilizada com bastante sucesso nos perfis metabólicos a determinação de  $\beta$ HB em amostras de sangue, técnica que tem um nível de detecção de 0,1 mmol/L, considerando-se como valor máximo aceitável de 0,5 mmol/L exceto em vacas no início da lactação, nas quais se aceita até 0,8 mmol/L.

Marquez e Rademacher (1999) relacionaram os aumentos na concentração de ácidos graxos não esterificados (AGNE) e  $\beta$ HB com o acúmulo de triglicérides no fígado, aumentando o risco da incidência de fígado gorduroso no início da lactação. Geralmente, a elevação de AGNE e corpos cetônicos é coincidente com uma hipoglicemia. Payne e Payne (1987) observaram que um fator que tem sido considerado fundamental para o desenvolvimento desta enfermidade é a diminuição do consumo de matéria seca (CMS), que é acentuado pela mudança hormonal que ocorre no fim da gestação e início da lactação. Com ocorrência de fígado gorduroso, a gliconeogênese fica comprometida (Marquez e Rodemacher, 1999).

Ultimamente têm sido realizados estudos para determinar  $\beta$ HB em amostras de leite, devido à facilidade de obtenção de amostras e ao fato que o  $\beta$ HB é estável, diferentemente dos outros corpos cetônicos que são voláteis (Contreras 1999). Com este objetivo tem sido desenvolvido um método semiquantitativo, baseado em química seca (uso de fitas reagentes), nas quais

o  $\beta$ HB da amostra de leite reage com os reativos da fita, produzindo uma reação de cor violeta cuja intensidade é proporcional à concentração do  $\beta$ HB na amostra, possibilitando desta forma resultados em 6 faixas correspondentes a: 0; 0,05 a 1,0; 0,1 a 0,2; 0,2 a 0,5; 0,5 a 1,0 e mais de 1,0 mmol/L. esta técnica fornece informação geral básica, de caráter primário, para orientar a existência de cetose na vaca, devendo, em casos positivos, serem comprovados através de métodos diagnósticos de maior precisão.

Em um trabalho realizado para avaliar um sistema de controle semanal preventivo da cetose subclínica em vacas de alta produção (>6.000 L), no início de lactação em dois rebanhos que usavam silagens de milho de boa qualidade foi observado que todos os animais tiveram reação negativa ou somente duas vacas tiveram reação positiva a 0,1 mmol/L de  $\beta$ HB. Pelo contrário em rebanhos que utilizavam silagem de pastagem de regular ou baixa qualidade se observou por volta de 5% das amostras com valores superiores a 0,1 mmol/L, assinalando que o maior aporte de ácido butírico dessas silagens induziu uma cetogênese ruminal.

Os dados relatados indicam que a determinação semiquantitativa de  $\beta$ HB em amostras de leite, mediante química seca, parece ser um método sensível, simples, prático e rápido para realizar um controle preventivo da cetose subclínica em vacas leiteiras. Os resultados devem ser considerados como uma ajuda preliminar complementar para um diagnóstico definitivo de cetose destinado a estabelecer as recomendações pertinentes para estabelecer um balanço energético.

## **2. Determinação do colesterol**

O colesterol é armazenado nos tecidos na forma de ésteres de colesterol sendo o precursor dos esteróides do organismo, como corticoesteróides, hormônios sexuais, ácidos biliares e vitamina D. aproximadamente 50% do colesterol se origina no fígado, 15% no intestino e uma grande proporção do restante da pele. A síntese ocorre a partir do acetil-CoA, que por sua vez, provém do ácido acético produzido no rúmen pela fermentação da fibra da dieta, dependendo do estado nutricional (Kaneko, 1989).

Vacas lactantes no Chile tiveram valores de colesterol 27,4% maior que vacas secas e prenhes (Witter et al., 1987), o que foi relacionado com a grande demanda energética na lactação e o consumo deficiente de energia resultando na mobilização lipídica.

Em trabalho realizado por González e Rocha (1998) os níveis de colesterol de vacas lactantes foi 39% maior do que os níveis de vacas secas. Por estes achados, os autores sugerem o uso de valores de referência distintos para animais em pré e pós-parto.

Valores elevados de colesterol em animais de alta produção sugerem que este metabólito possa ser um indicador da habilidade da vaca em produzir leite, como reflexo da mobilização lipídica das reservas corporais para lactogênese (González e Rocha, 1998).

### **3. Determinação da glicose**

A determinação da glicose no sangue tem sido utilizada como um dos meios para estabelecer desordens nutricionais e metabólicas, porém, se tem observado que em alguns casos não ocorrem mudanças significativas nos resultados depois de serem realizados ajustes na ração (Payne et al., 1979). Estes mesmos autores afirmam também que a hipoglicemia observada em alguns rebanhos não representavam os sinais clínicos evidentes nos animais.

Nos ruminantes, a principal fonte de glicose é o ácido propiônico seguido por aminoácidos e lipídeos (Van Soest, 1994)

A glicemia é regulada por um complexo e eficiente sistema endócrino, que inclui a insulina, hormônio que estimula a captação de glicose pelos tecidos, o glucagon e as catecolaminas que estimulam a degradação do glicogênio e os corticoesteróides que são promotores da gliconeogênese. A somatotropina diminui a oxidação da glicose a nível tissular para permitir que esteja disponível para o úbere, incrementando desta forma a produção de leite (Marquez e Rodemacher, 1999).

Este controle hormonal faz com que a determinação de glicose ofereça pouca utilidade como indicador do metabolismo energético (Payne e Payne, 1987). Em função disto, a dieta tem pouco efeito sobre a glicemia, enquanto não ocorreram deficiências ou excessos drásticos de energia (González, 1997).

Entretanto, pode-se encontrar animais hipoglicêmicos, principalmente no início da lactação, uma vez que estes animais podem não estar aptos a enfrentar o déficit energético que ocorre neste período (Payne e Payne, 1987).

A hipoglicemia acompanhada de mobilização de reservas de gordura é indicador do desequilíbrio energético que ocorre no início da lactação. Normalmente a hipoglicemia é mais pronunciada nas primeiras semanas de lactação, logo em seguida retorna aos valores normais, como consequência do aumento do consumo de alimentos e da ação hormonal no pós-parto, no sentido de estimular a gliconeogênese (Marquez e Rademacher, 1999).

#### **4. Determinação de uréia**

A uréia é um produto de excreção do metabolismo do nitrogênio e a sua determinação em amostras de soro sangüíneo, junto com a albumina, revelam informação sobre a atividade metabólica protéica do animal. A concentração sangüínea de uréia está em relação direta com o aporte protéico da ração, bem como da relação energia: proteína. Valores baixos de uréia no sangue dos animais são encontrados em rebanhos que utilizam dietas deficitárias em proteínas e valores altos naqueles que utilizam dietas com excessivo aporte protéico ou com déficit de energia.

No bovino, de 60% a 80% da proteína é transformada em amônia no rúmen, que é utilizada pelos microrganismos ruminais para a síntese de suas proteínas estruturais, sendo o excedente absorvido através da parede ruminal para a circulação geral. A amônia absorvida chega ao fígado via sangüínea, onde é transformada em uréia, a qual se excreta, uma parte por via renal e uma fração volta ao rúmen através da saliva, ou por difusão da parede ruminal reintegrando-se ao ciclo. O anterior ocorre com a fração correspondente à proteína degradável, a qual está acompanhada no alimento por proteínas não degradáveis que escapam à utilização ruminal, sendo absorvidas na forma de aminoácidos no intestino delgado. A diminuição da ingestão de energia influi inversamente na concentração de amônia ruminal devido à redução da síntese protéica microbiana, elevando a concentração de uréia sangüínea.

É importante considerar que a excreção de N representa um gasto em energia para o animal, sendo que o aumento na produção de amônia e uréia não somente reduz o apetite, mas também a eficiência produtiva.

#### 4.1 Uréia no leite

A uréia sangüínea, por seu baixo peso molecular, atravessa o epitélio alveolar da glândula mamária difundindo-se no leite, existindo uma alta correlação entre as concentrações de uréia no sangue e no leite de uma vaca ( $r=0,904$ ;  $p<0,01$ ). Da mesma forma, há uma associação ( $r=0,947$ ;  $p<0,01$ ) entre os valores médios de uréia no sangue de um grupo de vacas com os valores obtidos em amostras de leite armazenadas em tanques. Estes resultados mostram que o conteúdo de uréia em amostras de leite é similar à concentração média de uréia sangüínea das vacas em lactação, podendo utilizar a sua determinação como uma forma simples de estimar o balanço de energia: proteína, similar à informação entregue nos perfis metabólicos.

Dos estudos de perfis metabólicos realizados no Chile, pode ser destacado que a alteração mais freqüente diagnosticada (9,4%) é o aumento da uréia, observado com maior freqüência nos rebanhos leiteiros do sul do país, durante a primavera e afetando preferentemente as vacas no pré-parto. Estudos posteriores realizados nessa zona com amostras de leite em tanques de 82 propriedades, medidas mensalmente durante um ano, mostraram um valor de  $4,9\% \pm 1$  mmol/l com intervalo de 1,5 a 11,6 mmol/L (Tabela 2). Valores similares foram relatados na Noruega e na Finlândia, enquanto que os valores obtidos no sul da Alemanha e na Pensilvânia (EUA) são menores e com uma variação menor intra e entre rebanhos, revelando diferenças na alimentação.

Tabela 5. Valores de uréia em amostras de leite de 82 rebanhos, intervalos de referência e coeficientes de variação (CV) intra e entre rebanhos.

	Média	Desvio padrão	Intervalo
Uréia (mmol/L)	4,9	1,2	1,5-11,6
CV anual intra-rebanhos (%)	25,3	6,1	13,5-47,2
CV mensal entre-rebanhos (%)	26,4	2,8	20,1-31,3
Valor de referência (mmol/L)			2,5-7,0

Fonte: Wittwer et al., 1999

A elevada variação estacional com valores altos de uréia na primavera e no outono e valores baixos no inverno e no verão reflete as mudanças nutricionais a que são submetidas as vacas em pastagem, em função do conteúdo de proteínas da forragem e o aporte de energia da dieta. Este fato explica a maior prevalência de rebanhos com valores elevados entre setembro a novembro e abril a maio e valores diminuídos entre fevereiro a março.

#### **4.2 Interpretação**

A quantidade de uréia tanto no sangue quanto no leite é dependente da relação energia/proteína, onde um aporte deficiente de proteínas está associado com valores diminuídos de uréia, enquanto que valores elevados de uréia indicam um aporte excessivo de proteínas (degradáveis + solúveis no rúmen), ou então um aporte deficitário de energia. Com o objetivo de definir a qual destas duas últimas causas corresponde o incremento da uréia é útil determinar, junto com a uréia, a concentração de proteínas no leite, para realizar a sua interpretação de forma conjunta.

#### **4.3 Uréia e proteínas do leite**

O conteúdo de proteínas do leite é dependente diretamente do aporte de energia da dieta, considerando como normal um valor  $> 30\text{g/L}$ . enquanto que valores inferiores indicam uma deficiência de energia. Um aporte deficiente de energia na dieta leva a uma diminuição no conteúdo de proteínas no leite e, por outra parte, um excesso absoluto ou relativo em relação à energia, de proteínas degradáveis e solúveis no rúmen leva a uma excessiva formação e absorção de amônia ruminal com incremento na concentração de uréia no leite.

Baseado neste conceito e na facilidade de dispor de amostras de leite, empresas que desenvolvem programas de controle leiteiro com análises de leite, tem incorporado a determinação de uréia e proteínas, além das análises rotineiras de gordura e conteúdo celular, a interpretação desses resultados está baseada nos resultados mostrados na Tabela 3.



Tabela 3. Interpretação da concentração de uréia e proteínas no leite.

Proteínas no leite (%)	Uréia no leite (mmol/L)		
	< 2,5	2,5 – 7,0	> 7,0
< 3,0	Energia baixa PSR e PDR baixas	Energia baixa PSR e PDR normal	Energia baixa e/ou PSR e PDR altas
3,0 – 3,2	PSR e PDR baixas	Sincronia ruminal	Energia baixa e/ou PSR e PDR altas
> 3,2	Energia alta PSR e PDR baixas	Energia alta PSR e PDR normal	PSR e PDR altas

PSR = proteína solúveis no rúmen; PDR = proteínas degradáveis no rúmen;  
Uréia aumenta  $\pm$  35% por cada 30% de deficiência de energia.

É importante considerar quando um resultado é expresso ou lido se o que foi medido uréia ou N uréico, uma vez que o valor de uréia é 2,14 vezes maior que o valor de n uréico. Também deve ser observada a unidade com a que se expressa o resultado, pois o Sistema Internacional de Unidades utiliza mmol/L, enquanto que alguns laboratórios ainda entregam o resultado no sistema antigo de medida, isto é, mg/dL ou mg/L. facilmente é possível converter as unidades de um sistema a outro usando o fator 0,167 (1 mg/dL = 10 mg/L = 0,167 mmol/L).

#### **4.4 Uréia e saúde animal**

O excesso de amônia transformada em uréia pode danificar o metabolismo protéico intermediário e influir nas concentrações de glicose, lactato e ácidos graxos livres no sangue e na funcionalidade do corpo lúteo, além de ocasionar uma diminuição da capacidade imunogênica dos macrófagos e da linha branca. Por isto, dentro dos efeitos primários do excesso de proteínas na saúde do rebanho são mencionadas menores fertilidades, suscetibilidade a cetose e lesão ruminal por efeito da amônia sobre as papilas com perda de apetite e menor produção. Também é relatado que o excesso de uréia altera a formação do tecido dos cascos, produzindo maior fragilidade deles em vacas alimentadas com > 18% de proteína bruta na dieta.

Diversas referências indicam que tanto uma concentração de uréia alta quanto uma baixa, estão associadas com problemas reprodutivos nos rebanhos. O balanço de energia : proteína tem um papel importante no início da atividade ovariana e na involução uterina do puerpério inicial. Assim, a sua alteração provoca, uma diminuição na fertilidade. Esta relação com a fertilidade

tem sido associada ao efeito tóxico metabólico da uréia, que compromete a sobrevivência de gametas ou embriões por sua difusão no trato reprodutivo e no mucus vaginal alterando o ambiente uterino levando a uma mortalidade embrionária, além do efeito espermicida, manifestando-se com cios salientes e ciclos estrais irregulares. Atualmente tem sido demonstrado que a uremia seria unicamente um sinal de deficiência de energia, que altera a função do eixo hipotálamo-hipófise-ovário com diminuição da progesterona plasmática atrasando a primeira ovulação e diminuindo a taxa de concepção.

Em Valdívía (Sul do Chile), foi realizado um trabalho no qual foi observado que a taxa de gestação ao primeiro serviço de 2,153 vacas diminuiu quando a concentração de uréia no leite no período de cobertura era  $> 7,0$  mmol/L, resultado similar ao relatado por Butler et al. (1960) em Cornell (EUA).

#### ***4.5 Uréia no leite, meio ambiente e industrialização.***

Um excesso de uréia no leite está relacionado com uma maior eliminação de N pelas fezes e a urina, o que implica um desperdício do ponto de vista produtivo e atua como elemento contaminante do meio ambiente. Por outra parte, diversos autores têm assinalado que o excesso de uréia no leite poderia ter alguns efeitos adversos nos processos de industrialização do leite. Assim, atualmente são realizados estudos tendentes a estabelecer sua relação com relação à produção de queijo, tempo de coagulação, estabilidade ao calor e outras variáveis do processamento do leite.

### **INDICADORES DO METABOLISMO PROTÉICO UTILIZADO NOS PERFIS METABÓLICOS DE REBANHOS**

De acordo com Wittwer (2000) o perfil metabólico também pode colaborar no estudo do balanço nutricional protéico dos rebanhos, uma vez que em algumas situações os desequilíbrios nutricionais podem influir nas concentrações sangüíneas de alguns metabólitos. Para isto, foi necessário estudar e definir os metabólitos sangüíneos que, da melhor forma, possam representar o metabolismo protéico. Entretanto, para a seleção deles se requer algumas considerações:

- É necessário que exista um procedimento analítico que não apresente grande dificuldade para sua dosagem;

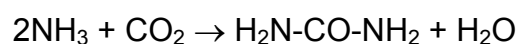
- O processamento das amostras deve ter um custo razoável para ser utilizado em grupos de animais;
- Os componentes sangüíneos utilizados não devem apresentar variações intensas em sua concentração durante o dia, para que os resultados não sejam muito influenciados pela hora do dia em que as amostras de sangue são obtidas;
- O desvio padrão, dos valores populacionais dos, deve ser pequeno para que possa ser utilizado o modelo estatístico, desenvolvido e testado em Compton (Inglaterra) por Rowlands e Pocock (1976) para a interpretação dos perfis metabólicos.

Para determinação de status protéico de um rebanho leiteiro devem ser medidas a uréia, a albumina, as globulinas, a hemoglobina e as proteínas totais (Payne e Payne, 1987).

A uréia apresenta a seguinte seqüência de eventos que levam a sua síntese, de acordo com Wittwer (2000):

- Proteólise e formação de aminoácidos;
- Desaminação de aminoácidos e formação de amônia;
- Condensação de duas moléculas de amônia com CO<sub>2</sub>.

Considerando o anterior, a uréia é o produto da desintoxicação da amônia quando se condensa com o CO<sub>2</sub>, processo que se realiza no fígado e representado na seguinte equação (Garcia, 1997):



Os valores de concentração sangüínea da uréia não são determinados unicamente pela velocidade de desintoxicação, mas também influi na concentração sangüínea a quantidade de sua síntese hepática.

Elrod e Butler (1993); Garcia (1997); Gonzalez e Rocha (1998); Butler (1998) descreveram que os níveis elevados de uréia sangüínea podem estar relacionados diretamente com a redução da eficiência reprodutiva, enquanto que Whitaker (1998) acredita que o baixo nível de eficiência reprodutivo seja correlacionado com o status energético negativo.

Suspeita-se da relação de altos níveis de proteína facilmente degradável com baixo desempenho reprodutivo pelo efeito direto da uréia sobre o meio uterino, bem como por produzirem um desequilíbrio energético, devido ao

gasto de ATP em transformar amônia em uréia no tecido hepático (Moore e Varga, 1996). Um excesso de proteína na dieta elevaria os níveis de uréia e amônia no organismo elevando assim, os níveis de pH do trato genital, ocorrendo em consequência à morte dos espermatozóides e queda da fertilidade.

Wittwer (2000) relata que o excesso de amônia transformada em uréia pode danificar o metabolismo intermediário e influir nas concentrações de glicose, lactato e ácidos graxos livres no sangue e na funcionalidade do corpo lúteo, além de ocasionar uma diminuição da capacidade imunogênica dos macrófagos e da linha branca.

As proteínas sangüíneas são sintetizadas principalmente pelo fígado, sendo que sua taxa de síntese está diretamente relacionada com o estado nutricional do animal, especialmente com os níveis de proteína e de vitamina A e com a funcionalidade hepática (Payne e Payne, 1987). A diminuição das proteínas totais no plasma está relacionada com falhas hepáticas, transtornos renais e intestinais, hemorragias ou por deficiência na alimentação. Calcula-se que dietas com menos de 10% de proteínas causam diminuição dos níveis protéicos no sangue (Kaneko et al., 1997).

Em geral, o índice de proteínas totais é de pouco valor para avaliar o status nutricional protéico. Entretanto, o nível de albumina pode ser um indicador do conteúdo de proteína na alimentação, apesar de que suas mudanças no sangue ocorram lentamente. Para detectar mudanças significativas na concentração de albumina é necessário um período de pelo menos um mês, devido à baixa velocidade de síntese e de degradação desta proteína no ruminante (Payne e Payne, 1987).

A albumina é a proteína mais abundante no plasma sangüíneo, correspondendo aproximadamente a 50% das proteínas circulantes. Outras destas proteínas globulares são as globulinas (Contreras, 2000). Esses nomes são derivados das antigas técnicas de separação das proteínas. Aquelas proteínas solúveis que se mantinham solúveis em água pura foram denominadas albuminas e aquelas que requeriam soluções com sal para manter a sua solubilidade foram chamadas de globulinas. González et al., (1996) descreveram que posteriormente, com a utilização da eletroforese foi comprovados que no sangue existe somente um grande grupo de albuminas e

muitos grupos de globulinas, que são classificadas como alfa, beta e gama globulinas.

Contreras (2000) comenta que a albumina é sintetizada no fígado e sua concentração pode ser modificada pelo aporte de proteína na ração. Entretanto, como foi assinalado, o que determina em maior medida os valores de sua concentração sanguínea é a capacidade do fígado para sintetizá-la.

Quando a dieta é deficiente em proteínas, ocorre uma diminuição de albumina que persiste por 2-3 meses no pós-parto, sendo que alguns autores sustentam que não só a deficiência de proteínas na dieta, mas a demanda de aminoácidos para a síntese de proteínas no leite reduz a síntese de outras proteínas e por isto as concentrações de albumina e hemoglobina diminuem na medida em que a lactação avança, Wittwer (2000).

Segundo Contreras (2000) a diminuição das concentrações de albumina é produzida pela redução da capacidade de síntese no fígado, devido ao acúmulo de gordura que este órgão sofre no início da lactação.

Baixas concentrações de albumina estão associadas com a baixa produção de leite não somente em quantidade, mas também em qualidade, com baixo teor de sólidos não-gordurosos (Payne e Payne, 1987).

Nos rebanhos em que as concentrações de albumina estão dentro do intervalo de referência por volta das 10 semanas pós-parto, observa-se uma maior produção de leite no período de lactação e melhor fertilidade que nos rebanhos em que estas concentrações se mantêm diminuídas (Contreras, 2000).

Os níveis de albumina são positivamente relacionados com a performance produtiva e reprodutiva (Payne e Payne, 1987; González et al., 1997). Este conceito está de acordo com os achados de González e Rocha (1998) em trabalho realizado no sul do Brasil com 4 rebanhos leiteiros. Neste trabalho foram observados níveis mais elevados de albumina nas vacas de melhor produção leiteira. Também foi evidenciado por estes autores que as vacas lactantes apresentam níveis mais elevados de colesterol, proteínas totais, globulinas e uréia, quando comparadas com vacas secas.

Tabela 4. Valores de referência de constituintes sangüíneos protéicos para bovinos, ovinos e caprinos.\*

Componente	Unidades	Bovinos	Ovinos	Caprinos
Hemoglobina	g/dL	9,8 – 13	8,9 – 13,1	8,6 – 14,2
Albuminas	g/L	29 – 41	26 – 42	25 – 41
Globulinas	g/L	28 – 52	31 – 51	20 – 48
Proteínas totais	g/L	66 – 90	68 – 88	60 – 84
Uréia	mmol/L	2,6 – 7,0	4,0 – 10	2,0 – 8,0

Laboratório de Patologia Clínica, Faculdade de Ciências Veterinárias,  
Universidade Austral do Chile, Valdivia.

As globulinas estão relacionadas, por sua vez, com as condições imunológicas do organismo. Concentrações elevadas de globulinas podem ser observadas logo após o desencadeamento de uma infecção (Payne e Payne, 1987).

González e Rocha (1998) atribuíram a processos inflamatórios, como mastites ou endometrites, o aumento (23,3% a mais do que vacas secas) nos níveis de globulinas de vacas lactantes.

Marcos (1982) descreveu que vários autores associam níveis elevados de globulinas a altas concentrações de lipídios na circulação. O mesmo autor observou duas grandes quedas nos valores de globulinas em vacas leiteiras argentinas: a primeira 30 dias antes do parto e a segunda no final do parto.

### **Alguns fatores que influem na concentração sangüínea dos indicadores do metabolismo protéico**

Existem diversos fatores ou situações nas quais as concentrações dos metabólitos aumentam ou diminuem no sangue. Estas variações são estudadas nos perfis metabólicos, tratando de identificar deficiências ou excessos de alguns nutrientes ou, também, de diagnosticar alterações bioquímicas que diminuem a produção, a fertilidade ou são responsáveis por doenças e mortes de animais.

## 1. Fatores nutricionais

A alimentação tem influencia na concentração sangüínea dos indicadores do perfil metabólico.

*Proteínas:* Quanto maior for a ingestão de proteínas na ração, maior é a concentração de uréia sangüínea e quando a ingestão de proteínas é insuficiente, a concentração de uréia diminui. Também tem sido observado que quando existem deficiências de proteínas na ração, também diminuem as concentrações sangüíneas da albumina, a hemoglobina (Hb) e o hematócrito. Todavia, o efeito sobre estes últimos parâmetros é de menor magnitude que o efeito sobre a uréia e se apresenta mais tardiamente.

No gado de corte tem sido observadas diminuição nas concentrações sangüíneas de albuminas, hemoglobulina e hematócrito, especialmente durante o período de crescimento, quando o gado é mantido em pastagens de baixa concentração de proteínas, por um período de aproximadamente 4 meses.

*Energia* da ração tem efeito sobre os indicadores do metabolismo protéico, situação que tem sido bastante estudada. As mudanças na concentração sangüínea de uréia estão correlacionadas com o conteúdo de amônia ruminal e a utilização da amônia ruminal depende da atividade metabólica dos microrganismos ruminais. Estes transformam o N da amônia em proteína bacteriana, processo que requer energia, a qual deve ser proporcionada no alimento em quantidade adequada. Por isto, se a ração estiver deficiente em energia, as concentrações de amônia aumentam no rúmen e a concentração da uréia aumenta no sangue.

Quando o aporte de energia na ração é deficiente tem sido observado, somente no final do período de lactação, uma diminuição nas concentrações de albuminas e hemoglobulina.

A *água* é um nutriente que nem sempre é reconhecido em sua importância para os rebanhos. A deficiência de água está correlacionada com uma maior concentração de uréia sangüínea, devido a hemo-concentração que isto produz. Nessas circunstâncias, para poder interpretar adequadamente o perfil metabólico, é necessário medir o hematócrito, que pode identificar a hemo-concentração e assinalar uma deficiência no aporte de água, responsável pela maior concentração de uréia.

## **2. Parto e a lactação**

Estes eventos têm efeito sobre a concentração da maioria dos metabólitos utilizados no perfil metabólico. Entretanto, a maioria dos animais recupera suas concentrações rapidamente, de forma que não interfere no perfil metabólico, uma vez que a amostragem é realizada em época mais afastada do parto. Todavia, alguns autores têm observado uma diminuição das concentrações de proteínas totais, globulinas e Hb antes do parto.

No início da lactação, tem sido observado um rápido aumento das globulinas, como diminuição das concentrações de uréia e de albuminas. As albuminas posteriormente aumentam paulatinamente sempre que o aporte de proteínas na ração seja adequado. Nos rebanhos em que as concentrações de albuminas estão dentro do intervalo de referência por volta das 10 semanas pós-parto, observa-se uma maior produção de leite no período de lactação e melhor fertilidade que nos rebanhos em que estas concentrações se mantêm diminuídas. Quando a ração é deficiente em proteínas, esta diminuição da albumina persiste até por 2-3 meses durante o pós-parto sendo acompanhada de uma diminuição da concentração de Hb e também valores baixos do hematócrito até 4 –5 meses pós-parto.

As razões para que as albuminas diminuam não são determinadas somente pela diminuição das proteínas na ração. Alguns autores sustentam que a demanda de aminoácidos para a síntese de proteína no leite reduz a síntese de outras proteínas e por isto a concentração de albumina e Hb diminui na medida em que a lactação avança. Outros autores afirmam que a diminuição das concentrações de albuminas é produzida pela redução da capacidade de síntese no fígado, devido ao acúmulo de gordura que este órgão sofre no início da lactação.

## **3. Estações do ano**

A época do ano tem um efeito sobre a concentração dos indicadores do metabolismo protéico. Entretanto, é muito difícil poder separar o efeito das estações do ano com o efeito da alimentação, uma vez que as estações do ano geralmente influem sobre as características do alimento e este por sua vez, influi sobre os indicadores do metabolismo protéico.



#### **4. Doenças infecciosas**

As doenças infecciosas podem causar aumento das concentrações sangüíneas de globulinas e diminuição das de albuminas. Os efeitos das doenças bacterianas, virais, protozoários e helmínticos têm sido estudados, concluindo-se que todas elas têm um efeito similar, porém as doenças virais são as que provocam menores efeitos.

#### **CONCLUSÕES**

- As análises da Condição Corporal e das concentrações de  $\beta$ HB e de uréia em amostras de sangue ou de leite representam uma interessante alternativa para o controle preventivo de desbalanços metabólicos nutricionais de energia provenientes da dieta, especialmente no início da lactação em vacas de alta produção;
- A concentração sanguínea de uréia é um indicador sensível e rápido da ingestão de proteína bruta;
- Um aumento na concentração de uréia pode indicar um excesso de proteína na ração. Porém, esse aumento também pode ser produzido por um déficit de energia, uma deficiência de água nos rebanhos ou ainda por alterações na saúde dos animais;
- A albumina, a hemoglobina e o hematócrito são indicadores úteis e sensíveis, somente quando ocorre um período prolongado de deficiências de proteínas na ração. A sua concentração também pode ser influenciada por problemas de saúde de indivíduos ou do rebanho;
- Os indicadores protéicos não são modificados somente por desbalanços nutricionais protéicos. Por isso, a interpretação de suas concentrações no perfil metabólico deve considerar, além da alimentação, aspectos de manejo, saúde e estado fisiológico;
- Quando os indicadores protéicos no perfil metabólico se encontram fora do intervalo de referência é uma manifestação clara de que o rebanho deve ser estudado detalhadamente, para fazer as correções

da alimentação, do manejo ou da saúde do rebanho, evitando assim que diminua a produção, a fertilidade e a rentabilidade;