

## Efeito do regime alimentar sobre o perfil metabólico de ovinos Santa Inês em confinamento

[Effect of diet on the metabolic profile of Santa Inês sheep feedlot]

J.B. Borburema<sup>1,5</sup>, M.F. Cezar<sup>2,6</sup>, D.D. Marques<sup>1</sup>, M.G.G. Cunha<sup>3</sup>, J.M. Pereira Filho<sup>2,6</sup>,  
W.H. Sousa<sup>3</sup>, D.A. Furtado<sup>2</sup>, R.G. Costa<sup>4,6</sup>

<sup>1</sup>Aluno de pós-graduação - UFCG

<sup>2</sup>Universidade Federal de Campina Grande - Campina Grande, PB

<sup>3</sup>EMEPA - João Pessoa, PB

<sup>4</sup>Universidade Federal da Paraíba - Bananeiras, PB

<sup>5</sup>Bolsista CNPq/INSA/MCT

<sup>6</sup>Bolsista de Produtividade do CNPq

### RESUMO

Avaliou-se o perfil metabólico de 40 ovinos Santa Inês, inteiros, com peso vivo médio inicial de 17±1,7kg, submetidos à restrição alimentar seguida de realimentação em confinamento, distribuídos em quatro tratamentos: 0, 20, 40 e 60% de restrição alimentar. Dois ensaios foram desenvolvidos, um referente à restrição e outro à realimentação. Para tanto, foi utilizado delineamento experimental inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e 10 repetições, e distribuído em fatorial cruzado 4x3. Observou-se na fase de restrição que os níveis de fósforo foram mais altos nos animais sob restrição alimentar; o mesmo ocorrendo na fase final para as concentrações de proteínas totais (PT), albumina (Alb) e colesterol total. A gama-glutamyltransferase (GGT) decresceu de forma linear com o aumento da restrição. No segundo ensaio, verificou-se que as concentrações de PT, Alb, globulina, colesterol total, lipoproteína de alta densidade, GGT e magnésio (Mg) apresentaram diferença ( $P<0,05$ ) entre os períodos de coleta. Já na restrição prévia, observou-se comportamento linear decrescente para GGT e interação tratamento *versus* período de coleta para a concentração de cálcio. Os níveis de restrição alimentar afetaram o metabolismo proteico e não interferiram no metabolismo energético, e a realimentação resultou em alteração no metabolismo proteico, energético e mineral.

Palavras-chave: cordeiro, crescimento compensatório, enzimas, minerais

### ABSTRACT

*The objective of this study was to evaluate the metabolic profile of 40 Santa Inês sheep, whole, with average weight of 17±1,7kg, submitted to food restriction followed by refeeding in confinement, distributed in four treatments: 0, 20, 40 and 60% restriction food. Two tests were developed, one for restriction and one for refeeding. In this experiment a completely randomized design was used, with four treatments and 10 repetitions, distributed in a factorial 4x3 crossover. In the constraint phase it was observed that phosphorus levels were higher in animals under food restriction, this also occurred in the final stage for of total protein (TP), albumin (Alb) and total cholesterol concentrations. The gamma-glutamyl transferase (GGT) decreased linearly with increasing restriction. On the second trial it was found that concentrations of PT, Alb, globulin, total cholesterol, high density lipoprotein, GGT and Mg were similar ( $P<0,05$ ) between collection periods. In the previous restriction, a decreasing linear behavior and interaction treatment for GGT versus collection period for the concentration of calcium was observed. The levels of food restriction affect protein metabolism and did not interfere with energy metabolism, and feedback resulted in changes in protein, energy and mineral metabolism.*

Keywords: lamb, compensatory growth, enzymes, minerals

---

Recebido em 16 de março de 2011

Aceito em 3 de abril de 2012

E-mail: jucileidebarboza@hotmail.com

Apoio financeiro: FINEP

## INTRODUÇÃO

Entre os ovinos deslançados do Brasil, destaca-se a raça Santa Inês por possuir grande velocidade de crescimento, alta resistência a parasitoses, alta fertilidade, prolificidade e acentuada habilidade materna, mostrando-se promissora para a produção de carne (Silva *et al.*, 2003; Marques *et al.*, 2007).

Para o sucesso do sistema de produção, em que a alimentação é um dos fatores que mais oneram o custo de produção, é imprescindível o aprofundamento no segmento nutricional. No entanto, a intensificação nos sistemas de produção animal tem levado a um aumento do risco de apresentação de transtornos metabólicos nos animais, uma vez que o desafio metabólico imposto pela maior demanda produtiva favorece o desequilíbrio entre o ingresso de nutrientes ao organismo, a capacidade para metabolizar esses componentes e os níveis de produção alcançados (González, 2000).

A restrição alimentar deve ser planejada de modo a permitir mínimas reações adversas e reversíveis ao desenvolvimento animal. De acordo com Hornick *et al.* (1998), após um período longo de restrição alimentar, o mecanismo do crescimento compensatório parece ter ação na base metabólica ou na endócrina. Para Blum *et al.* (1985) e Hayden *et al.* (1993), a restrição alimentar diminui a concentração dos metabólitos e aumenta a concentração do hormônio do crescimento (GH), afetando o crescimento e, conseqüentemente, o ganho de peso dos animais.

O estudo do perfil metabólico proteico pode ser compreendido como a determinação das concentrações séricas de proteínas totais (PT), albumina (Alb), globulinas (Glob), hemoglobina e ureia. Como indicadores do metabolismo energético, estudaram-se os níveis de glicose,  $\beta$ -hidroxibutirato (BHB), colesterol e ácidos graxos livres; enquanto para o metabolismo mineral avaliaram-se os níveis de cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K) e magnésio (Mg), entre outros. Também pode ser incluída a determinação da concentração de algumas enzimas, como a aspartato aminotransferase (AST) e a gama-glutamilttransferase (GGT), que permitem avaliar o funcionamento hepático e muscular (González, 1997).

Pesquisas com parâmetros indicadores de desequilíbrios nutricionais envolvendo restrição alimentar seguida de realimentação são incipientes na região semiárida brasileira, embora sejam importantes para a saúde animal e possam contribuir para a determinação das reais exigências nutricionais dos animais. Diante disso, o objetivo deste experimento foi avaliar o perfil metabólico proteico, energético, mineral (Ca, P e Mg) e enzimático (GGT) de cordeiros Santa Inês, submetidos à restrição alimentar seguida de realimentação em confinamento.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado entre os meses de janeiro e abril de 2009. Foram utilizados 40 ovinos Santa Inês comerciais, machos inteiros, desmamados, com média de  $17 \pm 1,7$ kg de peso vivo e  $\pm 100$  dias de idade. Os animais foram identificados, tratados contra ecto e endoparasitas, vacinados contra clostridioses e, em seguida, alojados em baias individuais com dimensões de 1,0x1,2m, providas de bebedouros e comedouros, alocadas em galpão com piso de cimento e coberto com telhas cerâmicas. O alimento foi fornecido duas vezes ao dia, às sete e às 15 horas.

A dieta experimental foi formulada com base nas exigências para ganho de 250 gramas/dia (Nutrient..., 1985). Na Tab. 1 estão descritos a participação dos ingredientes na ração e na Tab. 2 é apresentada a composição bromatológica da dieta.

O trabalho foi desenvolvido em dois ensaios experimentais de 42 dias: 1) período de restrição alimentar (do 1º ao 42º dia), o qual consiste em 0, 20, 40 e 60% de restrição, constituindo os tratamentos experimentais. Para os animais da restrição zero, foi fornecida alimentação *ad libitum*, com ajustes diários para permitir 10% de sobras, e com base no consumo deste tratamento, determinou-se o consumo dos demais tratamentos; 2) período de realimentação (do 43º ao 84º dia), com os animais de todos os tratamentos recebendo ração *ad libitum*. O período experimental foi de 98 dias, sendo os 14 primeiros dias destinados à adaptação dos animais às instalações e às dietas.

### Efeito do regime...

Tabela 1. Participação dos ingredientes na ração

Ingrediente	Participação na ração (%)
Feno de tifton	30,0
Milho moído	47,0
Farelo de soja	16,5
Farelo de trigo	4,0
Sal mineral	1,0
Calcário	1,5

Tabela 2. Composição bromatológica da dieta experimental

Item	Composição (%)
Matéria seca	90,07
Matéria orgânica*	93,86
Matéria mineral*	6,14
Proteína bruta*	16,25
Energia bruta (Mcal/kgMS)	4,72
Extrato etéreo*	3,17
Fibra detergente neutro*	63,84
Fibra detergente ácido*	19,21

\* % na matéria seca.

Durante o período experimental, foram realizadas três coletas, que corresponderam ao início da fase de restrição, ao final da fase de restrição e ao término da fase de realimentação. Às seis horas, antes do fornecimento do alimento, realizou-se a colheita de sangue em todos os animais, por meio de punção da veia jugular e com uso de tubos a vácuo (Vacutainer®) sem anticoagulante para obtenção do soro. Em seguida, as amostras foram submetidas à centrifugação a 3500rpm durante 15 minutos, sendo retirado o soro e armazenado em tubos ependorfes de 1mL, devidamente identificados e transportados, sob refrigeração, para o laboratório. As amostras foram congeladas a -20°C e posteriormente analisadas por meio de colorimetria em analisador bioquímico semiautomático.

As características metabólicas analisadas e os métodos utilizados foram: albumina sérica pelo método do verde de bromocresol (Labtest Diagnóstica SA, Brasil); proteínas totais séricas pelo método do biureto (Labtest Diagnóstica SA, Brasil); globulina sérica por subtração da

albumina sérica das proteínas totais séricas; cálcio sérico pelo método púrpura de ftaleína (Labtest Diagnóstica SA, Brasil); fósforo inorgânico sérico pelo método de molibdato de amônio (Labtest Diagnóstica SA, Brasil); e magnésio sérico pelo método de magon sulfonado (Labtest Diagnóstica SA, Brasil). Com base nas concentrações séricas de albumina e globulina, do cálcio e do fósforo, foram estimadas as relações albumina:globulina e cálcio:fósforo, respectivamente.

O delineamento utilizado foi inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e 10 repetições, e distribuído em fatorial cruzado 4x3 (quatro níveis de restrição x três períodos de coleta – início e final de cada ensaio). As variáveis foram submetidas à análise de variância pelo procedimento PROC GLM (General Linear Models) do Statistical..., (2002), com o efeito dos níveis avaliados através de análise de regressão e o efeito das coletas comparado pelo teste Tukey, sempre ao nível de 5% de probabilidade.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A GGT decresceu de forma linear com o aumento da restrição alimentar (Tab. 3), e, para as demais variáveis, não houve efeito da restrição ( $P>0,05$ ). Verificou-se, também, que a relação albumina:globulina apresentou valores mais altos que os recomendados por Kaneko *et al.* (1997), que devem estar entre 0,42 e 0,76 (g/dL). Contudo, esse aumento é aceitável devido ao acréscimo da concentração sérica de albumina nos tratamentos experimentais de 0, 20 e 40% de restrição alimentar.

A GGT apresentou valores considerados normais (Kaneko *et al.*, 1997), porém houve decréscimo com o aumento da restrição alimentar, que ficou mais visível nos níveis de restrição entre 0 e 20%, como também entre 40 e 60%. Isto sugere que esta enzima contribuiu para a síntese proteica devido ao fato de a GGT ser responsável pela degradação da glutatona, que, por sua vez, torna-se fonte de cisteína para síntese proteica, sobretudo de albumina (Tateishi *et al.*, 1974; Tateishi *et al.*, 1977).

Tabela 3. Concentrações sanguíneas de proteínas totais (PT), albumina (Alb), globulina (Glob), relação albumina:globulina, colesterol total, lipoproteína de alta densidade (HDL), gama-glutamyltransferase (GGT), cálcio (Ca), fósforo (P) e relação cálcio:fósforo de ovinos Santa Inês submetidos à restrição alimentar

Variável	Restrição				Equação	R <sup>2</sup>
	0%	20%	40%	60%		
Proteínas totais (g/dL)	6,75	6,91	6,55	6,64	$\hat{Y} = 6,71$	0,034
Albumina (g/dL)	3,02	3,03	3,22	2,93	$\hat{Y} = 2,98$	0,001
Globulina (g/dL)	3,73	3,88	3,32	3,72	$\hat{Y} = 3,73$	0,047
Relação albumina:globulina (g/dL)	0,83	0,81	1,01	0,81	$\hat{Y} = 0,83$	0,047
Colesterol total (mg/dL)	56,00	58,47	61,65	66,84	$\hat{Y} = 58,40$	0,092
Lipoproteína de alta densidade (mg/dL)	66,13	63,54	65,31	64,64	$\hat{Y} = 65,50$	0,088
Gama-glutamyltransferase (U/L)	51,79	43,50	41,43	35,00	$\hat{Y} = 49,74 - 24X$	0,351
Cálcio (mg/dL)	12,09	11,76	12,46	11,25	$\hat{Y} = 11,83$	0,023
Fósforo (mg/dL)	9,17	7,73	8,27	8,03	$\hat{Y} = 8,09$	0,009
Relação cálcio:fósforo	1,50	1,58	1,59	1,48	$\hat{Y} = 1,59$	0,010

Y= variável dependente (metabólito); X= variável independente (níveis de restrição).

Os animais no início e no final da fase de restrição alimentar apresentaram valores semelhantes ( $P > 0,05$ ) para as concentrações dos metabólitos sanguíneos: globulina, relação albumina:globulina, HDL, GGT, Ca e relação Ca:P (Tab. 4). As concentrações de proteínas totais, albumina, colesterol total foram mais altas ( $P < 0,05$ ) no final da fase de restrição alimentar, e a concentração do fósforo foi maior no início da restrição alimentar. Os valores encontrados para PT, Glob, colesterol total, HDL, GGT, Ca e relação Ca:P estão dentro dos valores preconizados por Kaneko *et al.* (1997) para a espécie ovina.

Observou-se também que houve um aumento das concentrações de albumina no final da fase de restrição alimentar, refletindo no aumento da relação albumina:globulina e, desta forma, resultando em valores superiores aos de referência (Kaneko *et al.*, 1997). O aumento da concentração sanguínea de albumina no final da fase de restrição alimentar já era esperado, uma vez que a albumina constitui reserva importante de proteína lábil, a que o animal recorre para funcionar como proteína de ligação e transporte de outras moléculas na circulação sanguínea, notadamente dos ácidos graxos livres e de alguns hormônios (Kaneko, 1997).

Tabela 4. Concentrações sanguíneas de proteínas totais (PT), albumina (Alb), globulina (Glob), relação albumina:globulina, colesterol total, lipoproteína de alta densidade (HDL), gama-glutamyltransferase (GGT), cálcio (Ca), fósforo (P) e relação cálcio:fósforo de ovinos Santa Inês no início e no final da restrição alimentar

Variável	Coleta		CV (%)
	Início da restrição alimentar	Final da restrição alimentar	
Proteínas totais (g/dL)	6,32B	7,08A	9,39
Albumina (g/dL)	2,77B	3,32A	11,32
Globulina (g/dL)	3,55A	3,76A	18,49
Relação albumina:globulina	0,82A	0,91A	23,44
Colesterol total (mg/dL)	51,40B	69,53A	21,76
Lipoproteína de alta densidade (mg/dL)	66,10A	63,67A	8,63
Gama-glutamyltransferase (U/L)	42,58A	43,82A	19,84
Cálcio (mg/dL)	11,84A	11,95A	10,13
Fósforo (mg/dL)	8,91A	7,74B	25,29
Relação cálcio:fósforo	1,46A	1,60A	29,44

Letras diferentes na mesma linha indicam que houve diferença estatística entre os valores ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

### Efeito do regime...

Segundo Contreras *et al.* (2000), os metabólitos albumina e globulina são indicadores úteis e sensíveis para avaliação do estado proteico do animal, porém apresentam respostas mais lentas quando comparados à ureia, que é considerada um parâmetro de maior magnitude na investigação do estado proteico do animal. Conforme Payne e Payne (1987), é necessário um período de cerca de um mês para uma diminuição significativa da concentração sérica de albumina em situações de subnutrição. É importante ressaltar que o período de restrição alimentar utilizado neste experimento foi de 42 dias, superior aos preconizados por Payne e Payne (1987) e, dessa forma, foi possível observar alteração nos metabólitos proteicos.

De acordo com Kaneko *et al.* (1997), o valor de referência do fósforo para ovinos é de 5,0 a 7,3mg/dL, sendo inferior aos valores encontrados

neste experimento. Este aspecto pode ser justificado por se tratar de animais jovens que apresentam maior eficiência na absorção desse mineral em decorrência da alta taxa de desenvolvimento ósseo, justificado pela maior reabsorção renal e pela maior mobilização óssea do fósforo em animais em crescimento (Thompson e Werner, 1976; Kincaid, 1988; Horst, 1994). Situação semelhante foi relatada por Barioni *et al.* (2001), que trabalharam com diferentes faixas etárias de fêmeas da raça Parda Alpina, com o objetivo de comparar os níveis séricos de cálcio, fósforo, sódio, potássio e proteínas, e observaram valores mais altos para as concentrações de fósforo nos animais jovens.

Para a concentração de magnésio, houve interação entre os tratamentos experimentais e o período de coletas (Tab. 5).

Tabela 5. Concentração de magnésio (mg/dL) de ovinos Santa Inês submetidos à restrição alimentar

Coleta	Restrição				Equação	R <sup>2</sup>
	0%	20%	40%	60%		
Início da restrição alimentar	2,24a	1,92b	2,03a	1,80b	$\hat{Y} = 2,185 - 0,006X$	0,18
Final da restrição alimentar	2,43a	2,41a	2,38a	2,52a	$\hat{Y} = 2,44$	0,01

Y= variável dependente (metabólito); X= variável independente (níveis de restrição). Letras diferentes dentro do mesma restrição indicam diferença entre coletas ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

Verificou-se que o magnésio na coleta realizada no início da restrição alimentar decresceu linearmente em função da restrição alimentar ( $P < 0,05$ ). Já no final da restrição alimentar, não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ). Ao se avaliar o início e o final da restrição alimentar, observou-se que apenas a restrição de 20 e a de 60% apresentaram diferença estatística ( $P < 0,05$ ).

O efeito linear decrescente em função da restrição alimentar pode ser explicado pelo consumo limitado nos tratamentos de 20, 40 e 60% de restrição e pelo fato do Mg ser classificado como um mineral essencial. Portanto, não existe um controle homeostático e, consequentemente, a dieta se torna uma fonte importante de aquisição desse mineral (González, 2000).

Verificou-se comportamento linear decrescente para GGT em relação à restrição prévia (Tab. 6), e não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) sobre as concentrações sanguíneas de PT, Alb, Glob, relação albumina:globulina, colesterol total, HDL, P e relação cálcio:fósforo.

A concentração sanguínea da GGT obtida com a restrição prévia apresentou-se dentro dos limites normais (Kaneko *et al.*, 1997), fato que pode ser explicado por dois fatores: (1) a variação da necessidade alimentar à medida que o animal se adapta a diferentes níveis de alimentação (Johnson *et al.*, 2003); e (2) a adaptação metabólica dos animais à dieta.

Tabela 6. Concentrações sanguíneas de proteínas totais (PT), albumina (Alb), globulina (Glob), relação albumina:globulina, colesterol total, lipoproteína de alta densidade (HDL), gama-glutamyltransferase (GGT), cálcio (Ca), fósforo (P) de ovinos Santa Inês submetidos à realimentação

Variáveis	Restrição prévia				Equação	R <sup>2</sup>
	0%	20%	40%	60%		
Proteínas totais (g/dL)	6,63	6,95	6,77	6,71	$\hat{Y} = 6,68$	0,004
Albumina (g/dL)	3,31	3,08	3,31	3,07	$\hat{Y} = 3,11$	0,032
Globulina (g/dL)	3,32	3,87	3,46	3,64	$\hat{Y} = 3,57$	0,009
Relação albumina:globulina (g/dL)	1,03	0,88	1,00	0,90	$\hat{Y} = 0,94$	0,015
Colesterol total (mg/dL)	51,85	51,20	54,85	55,95	$\hat{Y} = 49,32$	0,038
HDL (U/L)	85,53	85,23	83,56	84,33	$\hat{Y} = 87,08$	0,001
GGT (U/L)	53,35	49,53	44,82	42,53	$\hat{Y} = 53,25 - 0,17X$	0,143
Fósforo (mg/dL)	7,35	7,34	7,71	7,73	$\hat{Y} = 7,48$	0,031
Relação cálcio:fósforo	1,62	1,56	1,42	1,55	$\hat{Y} = 1,52$	0,026
Mg (mg/dL)	2,40	2,37	2,26	2,48	$\hat{Y} = 2,38$	0,062

Y= variável dependente (metabólito); X= variável independente (níveis de restrição).

Na Tab. 7, observou-se que as médias das concentrações sanguíneas de proteínas totais, albumina, globulina, colesterol total, lipoproteína de alta densidade, gamaglutamiltransferase e magnésio apresentaram diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre as coletas. Os maiores níveis de concentração de PT, Alb, Glob, colesterol total e Mg foram observados no final da fase de restrição alimentar. A relação

albumina:globulina, fósforo e a relação cálcio:fósforo não foram influenciados pelo período de coletas ( $P > 0,05$ ). As concentrações sanguíneas de proteínas totais, globulina, GGT e Mg, independentemente da coleta, apresentaram-se dentro dos valores normais preconizados para a espécie ovina (Kaneko *et al.*, 1997; Radostits *et al.*, 2002).

Tabela 7. Concentrações médias de metabólitos sanguíneos de ovinos Santa Inês submetidos à restrição alimentar prévia seguida de realimentação

Variável	Coleta		CV (%)
	Final da restrição alimentar	Final da realimentação	
Proteínas totais (g/dL)	7,08A	6,45B	7,69
Albumina (g/dL)	3,32A	3,07B	16,38
Globulina (g/dL)	3,76A	3,38B	19,16
Relação albumina:globulina	0,91A	0,99A	34,84
Colesterol total (mg/dL)	69,53A	37,40B	24,67
Lipoproteína de alta densidade (mg/dL)	63,67B	102,31A	34,91
Gama-glutamyltransferase (U/L)	43,82B	50,18A	18,95
Fósforo (mg/dL)	7,74A	7,31A	21,92
Relação cálcio:fósforo	1,60A	1,47A	31,18
Magnésio (mg/dL)	2,44A	2,32B	10,62

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística entre os valores ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

Os menores valores de PT, Alb, Glob, colesterol total e Mg obtidos no final da realimentação já eram esperados, uma vez que, neste período, os animais tiveram acesso *ad libitum* à alimentação. Segundo Hornick *et al.* (1998), animais submetidos à restrição alimentar seguida de realimentação apresentam um declínio gradual dos metabólitos conforme aumentam a oferta e o consumo da dieta.

Observou-se que a concentração sérica de albumina no final da fase de restrição alimentar foi superior ao valor indicado por Kaneko *et al.* (1997). No entanto, no final da realimentação, a albumina tende a se estabilizar e seu valor fica próximo ao de referência (2,4 a 3,0g/dL) devido ao aumento do consumo alimentar. O aumento da albumina resultou no aumento da relação

### Efeito do regime...

albumina:globulina tanto no final da restrição alimentar quanto no da realimentação.

O HDL apresentou maior concentração no final da realimentação, o que pode ser explicado pelo aumento do consumo alimentar e, possivelmente, pelo aumento do fluxo sanguíneo de ácidos graxos (Beynen *et al.*, 2000).

A concentração sérica do fósforo no final da realimentação se comportou semelhante à dosagem obtida no final da fase de restrição alimentar, com valores superiores aos sugeridos por Kaneko *et al.* (1997). Todavia, são valores aceitáveis por se tratar de ovinos jovens (Thompson e Werner, 1976; Kincaid, 1988; Horst, 1994). A concentração de cálcio apresentou interação entre os níveis de restrição prévia e o período de coletas (Tab. 8).

Tabela 8. Concentração de cálcio (mg/dL) de ovinos Santa Inês submetidos à realimentação

Coleta	Restrição prévia				Equação	R <sup>2</sup>
	0%	20%	40%	60%		
Final da restrição alimentar	12,18a	11,92a	12,10a	11,60a	$\hat{Y} = 2,43$	0,01
Final da realimentação	10,17b	9,11b	8,98b	9,52b	$\hat{Y} = 10,16 - 0,07X + 0,001X^2$	0,17

Y= variável dependente (metabólito); X= variável independente (níveis de restrição). Letras diferentes dentro da mesma restrição indicam diferença entre coletas (P<0,05) pelo teste Tukey.

A concentração sanguínea de cálcio dos ovinos apresentou comportamento quadrático no final da realimentação, e não houve efeito significativo no final da fase de restrição alimentar (P>0,05). Em todas as restrições prévias no final da realimentação, a concentração de cálcio foi mais baixa que a obtida no final da fase de restrição alimentar (P<0,05).

O efeito quadrático observado no final da realimentação pode ser justificado pela ligação do cálcio com as proteínas, principalmente a albumina. Houve redução do nível sérico de albumina no final da realimentação. De acordo com Challa *et al.* (1989) e González (2000), a queda da concentração de albumina diminui a absorção de Ca.

A concentração do Ca no final da realimentação apresentou-se inferior ao proposto por Kaneko *et al.* (1997), que estabeleceram o valor de referência entre 11,5 e 12,8 mg/dL. Estes valores mais baixos no final da realimentação podem ser justificados por meio do efeito da compensação ocorrido no período da restrição e da redução da mobilização do metabólito no período de realimentação.

### CONCLUSÕES

As porcentagens de restrição alimentar afetam o metabolismo proteico de modo que ocorrem alterações da gama-glutamyltransferase e da albumina. Contrariamente, a restrição não interfere no metabolismo energético. Já a realimentação resulta em alteração no metabolismo proteico, energético e mineral, de forma tal que ocorre redução nas concentrações sanguíneas de proteínas totais, albumina, globulina, colesterol total e magnésio.

### AGRADECIMENTOS

À Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), à Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA) – Estação Experimental de Pendência, à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), ao Instituto Nacional do Semiárido (INSA) ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Banco do Nordeste, por intermédio do Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste (ETENE - BNB).

## REFERÊNCIAS

- BARIONI, G.; FONTEQUE, J.H.; PAES, P.R. de O. et al. Valores séricos de Ca, P, sódio, potássio e proteínas totais em caprinos fêmeas da raça Parda Alpina. *Cienc. Rural*, v.31, p.435-438, 2001.
- BEYNEN, A.C.; SCHONEWILLE, J.T.H.; TERPSTRA, A.H.M. Influence of amount and type of dietary fat on plasma cholesterol concentrations in goats. *Small Rum. Res.*, v.35, p.141-147, 2000.
- BLUM, J.W.; SCHNYDER, W.; KUNZ, P.L. et al. Reduced and compensatory growth: Endocrine and metabolic changes during feed restriction and refeeding in steers. *J. Nutr.*, v.115, p.417, 1985.
- CHALLA, J.; BRAITHWAITE, G.D.; DHANOA, M.S. Phosphorus homeostasis in growing calves. *J. Agric. Sci.*, v.112, p.217-226, 1989.
- CONTRERAS, P. Indicadores do metabolismo proteico utilizado nos perfis metabólicos de rebanhos. In: GONZÁLEZ, H.D.; BARCELLOS, J.; PATINÕ, H. O.; RIBEIRO, L.A.O (Eds.) *Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais*. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. p.23-30.
- GONZÁLEZ, F.H.D. O perfil metabólico no estudo de doenças da produção em vacas leiteiras. *Arquivos da Faculdade de Veterinária da UFRGS*, v.25, p.13-33, 1997.
- GONZÁLEZ, F.H.D. Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes. In: GONZÁLEZ, H.D.; BARCELLOS, J.; PATINÕ, H.O. et al. *Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais*. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. p.31-51.
- HAYDEN, J.M., WILLIAMS J.E.; COLLIER, R.J. Plasma growth hormone, insulin-like growth factor, insulin, and thyroid hormone association with body protein and fat accretion in steers undergoing compensatory gain after dietary energy restriction. *J. Anim. Sci.*, v.71, p.3327-3338, 1993.
- HORNICK, J.L.; VAN EENAEME, C.; DIEZ, M. et al. Different periods of feed restriction before compensatory growth in Belgian Blue bulls: II. Plasma metabolites and hormones. *J. Anim. Sci.*, v.76, p.260-271, 1998.
- HORST, R.L.; GOFF, J.P.; RIEINHARDT, T.A. Calcium and vitamin D metabolism in the dairy cow. *J. Dairy Sci.*, v.77, p.1936-1951, 1994.
- JOHNSON, D.E.; FERRELL, C.L.E.; JENKINS, T.G. The history of energetic efficiency research: Where have we been and where are we going. *J. Anim. Sci.*, v.81, p.E27-E38, 2003.
- KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W., BRUSS, M.L. *Clinica biochemistry of domestic animals*. San Diego: Academic, 1997. 932p.
- KANEKO, J.J. Serum proteins and the dysproteinemias. In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. (Eds). *Clinica biochemistry of domestic animals*. 5.ed. San Diego: Academic, 1997. p.117-138.
- KINCAID, R. Macroelementos para los ruminantes. In: CHURCH, D.C. *El ruminant: fisiología digestiva y nutrición*. Zaragoza: Acribia, 1988. p.373-390.
- MARQUES, A.V.M.S.; COSTA, R.G.; SILVA, A.M.A. et al. Rendimento, composição tecidual e musculosidade da carcaça de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis de feno de flor-de-seda na dieta. *Rev. Bras. Zootec.*, v.36, p.610-617, 2007.
- NUTRIENT requirements of sheep. 6.ed. Washington, DC: National Academy, 1985. 99p.
- PAYNE, J.M.; PAYNE, S. *The metabolic profile test*. Oxford: Oxford University, 1987. p.179.
- RADOSTITS, O.M.; GAY, C.C.; BLOOD, D.C. et al. *Clínica Veterinária – Um tratado de doenças de bovinos, ovinos, suínos, caprinos e equinos*. 9.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. 1737p.
- SILVA, A.M.A.; SILVA SOBRINHO, A.G.; TRINDADE, I.A.C.M. et al. Net requirements of protein and energy for maintenance of wool and hair lambs in a tropical region. *Small Rum. Res.*, v.49, p.165-171, 2003.
- STATISTICAL Analysis System. *SAS user's guide: statistics*. Versão 5. Cary: SAS, 2002, UFCG.
- TATEISHI, N.; HIGASHI, T.; SHINYA, S. et al. Studies on the regulation of glutathione level in rat liver. *J. Biochem*, v.75, p.93-103, 1974.
- TATEISHI, N.; HIGASHI, T.; NARUSE, A. et al. Rat liver glutathione: possible role as a reservoir of cysteine. *J. Nutr.*, v.107, p.51-60, 1977.
- THOMPSON, D.J.; WERNER, J.C. Cálcio, fósforo e flúor na nutrição animal. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS, 1976, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: UFMG/UFV/EPAMIG, 1976.