

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**DESEMPENHO PRODUTIVO E EXIGÊNCIAS DE MACROMINERAIS EM  
CARNEIROS SANTA INÊS SOB RESTRIÇÃO ALIMENTAR**

**JAIME MIGUEL DE ARAUJO FILHO**

**FORTALEZA - CE  
MARÇO - 2012**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**DESEMPENHO PRODUTIVO E EXIGÊNCIAS DE MACROMINERAIS EM  
CARNEIROS SANTA INÊS SOB RESTRIÇÃO ALIMENTAR**

**JAIME MIGUEL DE ARAUJO FILHO**  
Zootecnista

**FORTALEZA - CE  
MARÇO – 2012**

**JAIME MIGUEL DE ARAUJO FILHO**

**DESEMPENHO PRODUTIVO E EXIGÊNCIAS DE  
MACROMINERAIS EM CARNEIROS SANTA INÊS SOB  
RESTRIÇÃO ALIMENTAR**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, do qual participam a Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Comitê de Orientação:

Profª. Dra. Sc. Elzânia Sales Pereira – Orientadora Principal

Profª. Dra. Sc. Maria Socorro de Souza Carneiro – Orientadora

Prof. Dr. Sc. Aderbal Marcos de Azevedo Silva – Orientador

FORTALEZA - CE

MARÇO - 2012

Jaime Miguel de Araujo Filho

**Desempenho produtivo e exigências de macrominerais em carneiros  
santa inês sob restrição alimentar**

**TESE DEFENDIDA E APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM  
23 DE MARÇO DE 2012**

**Comissão Examinadora:**

---

Prof. D. Sc. Divan Soares da Silva  
Universidade Federal da Paraíba  
Departamento de Zootecnia/CCA

---

Prof. D. Sc. José Morais Pereira Filho  
Universidade Federal da Campina Grande  
Departamento de Zootecnia/CSTR

---

D. Sc. João Avelar Magalhães  
EMBRAPA Meio-Norte

---

D. Sc. Marcio José Alves Peixoto  
Secretaria de Desenvolvimento Agrário do Ceará

---

Profa. D. Sc. Maria Socorro de Souza Carneiro  
Universidade Federal do Ceará  
Departamento de Zootecnia/DZO  
Presidente

**FORTALEZA – CE**

**MARÇO – 2012**

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

JAIME MIGUEL DE ARAUJO FILHO – Nascido no município de Patos, PB, em 12 de julho de 1979, filho de Jaime Miguel de Araujo e Maria Auxiliadora de Araujo, cursou o ensino fundamental e médio no mesmo município. Ingressou na Universidade Federal da Paraíba, no curso de Zootecnia, aos 4 dias de março de 1998, foi bolsista PIBIC por 3 anos, BITEC por 1 ano, atuou nas áreas de sistema de produção com pequenos ruminantes, alimentação de ovinos e piscicultura, participando de trabalhos em outras áreas, como avicultura e bovinocultura, recebendo o título de Zootecnista em 24 de abril de 2004. Foi bolsista DTI pelo projeto CTHIDRO/CNPq, por um ano, na área de piscicultura em canais de irrigação. Ingressou no mestrado em fevereiro de 2006, foi bolsista da CAPES, sob a orientação da Profa. D. Sc. Maria Socorro de Souza Carneiro, desenvolvendo pesquisa na área de nutrição de ruminantes, avaliando forrageiras nativas da caatinga cearense, realizou partes de suas avaliações na UFCG, Campus de Patos, concluindo o mestrado em 2008. Em Março do mesmo ano ingressou no Doutorado Integrado em Zootecnia (UFC/UFPB/UFRPE), sob a orientação de Profa. D. Sc. Maria Socorro de Souza Carneiro. Realizou parte do Doutorado na UFCG, Campus de Patos, PB, sob a orientação do Prof. D. Sc. Aderbal Marcos de Azevedo Silva e Profa. D. Sc. Elsânia Sales Pereira, avaliando o desempenho produtivo e exigências de macrominerais em carneiros da raça Santa Inês sob restrição alimentar.

“O sertanejo é, antes de tudo, um forte.

A sua aparência, entretanto, ao primeiro lance de vista revela o contrário. Falta-lhe a plástica impecável, o desempenho, a estrutura corretíssima das organizações atléticas.

É desgracioso, desengonçado, torto. Hércules-Quasímodo, reflete no aspecto a fealdade típica dos fracos. O andar sem firmeza, sem aprumo, quase gíngante e sinuoso, aparenta a translação de membros desarticulados. Agrava-o a postura normalmente abatida, num manifestar de displicência que lhe dá um caráter de humildade deprimente. (...)

É um homem permanentemente fatigado.

Reflete a preguiça invencível, a atonia muscular perene, em tudo: na palavra remorada, no gesto contrafeito, no andar desaprumado, na cadência langorosa das modinhas, na tendência constante à imobilidade e à quietude.

Entretanto, toda esta aparência de cansaço ilude.

Naquela organização combalida operam-se, em segundos, transmutações completas.

Basta o aparecimento de qualquer incidente exigindo-lhe o desencadear das energias adormidas. O homem transfigura-se. Empertiga-se; (...) e corrigem-se-lhe, prestes, numa descarga nervosa instantânea, todos os efeitos do relaxamento habitual dos órgãos; e da figura vulgar do tabaréu canhestro, reponta inesperadamente o aspecto dominador de um titã acobreado e potente, num desdobramento surpreendente de força e agilidade extraordinárias.”

Euclides da Cunha

A minha Grande **MÃE**,

**Maria Auxiliadora de Araujo**, pela prioridade em educar os seus cinco filhos, pela incansável insistência em nosso aprendizado, especialmente no meu, pelo valioso suor e lágrimas derramadas, superando cada obstáculo na grande jornada em busca do nosso saber, facilitando-nos enxergar que o maior valor que os pais podem deixar para seus filhos é a educação. Pelo grande exemplo do que é ser mãe, estando sempre presente e nos dedicando um amor imensurável.

*Dedico*

A minha esposa,

**Tatiana Gouveia Pinto Costa**, com quem tive a grande felicidade de casar e por está sempre ao meu lado, me ajudando a superar cada desafio e vibrando junto comigo, a cada conquista. Pelo amor que construímos juntos e cativamos para que haja sempre um novo amanhecer, e por está continuamente presente na construção de mais esta conquista.

Ao meu filho,

**Ariel Gouveia Costa de Araujo**, pelo amor incondicional e pelo grande mestre que és, com quem aprendo todos os dias, servindo de inspiração para minha caminhada...

*Ofereço*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela infinita fonte de inspiração e misericórdia, permitindo que tivesse a oportunidade de realizar esse trabalho junto com pessoas competentes e entusiasmadas com o que faziam.

Ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, por me proporcionar a base de conhecimentos em minha vida acadêmica.

A Universidade Federal do Ceará, pelos grandes conhecimentos científicos adquiridos durante minha Pós-Graduação.

Ao Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande, pelo grande apoio no decorrer deste trabalho.

A Professora Dra. Maria Socorro de Souza Carneiro, pela orientação e amizade construída durante esses anos de convivência; por apoiar e transmitir aos seus orientandos confiança e segurança para que possam transpor as barreiras na condução dos trabalhos. E por sua orientação ultrapassar o meio acadêmico, nos orientando como uma mãe a seu filho, me promovendo um sentimento sublime como o amor que um filho sente por sua mãe.

Ao Prof. Dr. Aderbal Marcos de Azevedo Silva, pela grande amizade, orientação, confiança e apoio nas atividades realizadas; por ter me inspirado a seguir em frente com a pesquisa e pela competência e dedicação com a ciência, servindo de inspiração para seus orientandos. Por ser mais que um orientador acadêmico, sendo uma pessoa simples com quem tive a oportunidade de conviver e buscar inspiração

A Professora Dra. Elzânia Sales Pereira, pela amizade, orientação e apoio no decorrer deste trabalho, pelos ensinamentos transmitidos em sala de aula; pela competência e infinita dedicação à pesquisa.

Ao Professor Dr. Divan Soares da Silva, com quem tive a grande oportunidade de conviver no início de minha vida acadêmica, pela amizade, ensinamentos e apoio no desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Professor Dr. José Morais Pereira Filho, com quem tive a grande satisfação de conviver durante o desenvolvimento desta pesquisa, pelos ensinamentos, orientações e grande contribuição na construção deste trabalho. Pela admirável competência e compromisso com a ciência.

Ao Dr. João Avelar Magalhães, pela amizade construída, e pelas contribuições dedicadas a esse trabalho.

Ao Dr. Márcio José Alves Peixoto, pela amizade e contribuição a essa pesquisa.

Ao Professor Dr. Magno José Duarte Cândido, pela amizade construída, ensinamentos e admirável dedicação à ciência.

Aos Professores (as): Claudivan, Breno, Ednard, Fátima, Silvia, Boanergis, Arlindo, Elena, Francisca e todos que compõe o quadro de professores e funcionários do CCA/UFC, que de uma forma ou de outra contribuíram com a construção do meu saber.

As equipes do LACOM e LAQUA, pela grande contribuição nas análises dos minerais.

A amiga Evaneide, pela grande contribuição nas análises dos minerais.

A seu Bui, por ter nos ajudado incansavelmente no manejo e abate dos animais, e a esses pela vida em prol da ciência.

Aos amigos Alexandre, Elizabete e família, por contribuírem incansavelmente nas análises laboratoriais e pela grande amizade construída.

As grandes amigas Giovana e Maísa, com quem tive a grande honra de conviver nesse período de Pós-Graduação, pelo grande apoio dedicado e por estarem sempre disponíveis para ajudar e construir o nosso aprendizado.

A Gabriela, pela incansável dedicação que teve a essa pesquisa.

Ao grande amigo Arí, por estar sempre presente em ajudar e pela grande amizade e atenção.

Aos colegas Artur Pombo, Édipo, e todos os estudantes do CSTR que contribuíram com o desenvolvimento deste trabalho.

A equipe do Laboratório de Nutrição Animal: Otávio e Carine, pela atenção e colaboração no decorrer das análises.

Aos companheiros de aulas e estudos, Maria do Socorro, Rodrigo Gregório, Marcelo, Emanuel, Rildson, Guilherme, Marquinhos, Gilson, Paulo, Rosenberg, Diflândia, Fábio, e todos os companheiros e companheiras.

Aos grandes amigos, Marcos e Júnior, pela grande amizade e contribuição na construção do meu saber.

A equipe da Inovação Consultoria, Davi, Aldinho e João Marcos, pelo grande apoio, amizade e compreensão.

Aos grandes Amigos (a): Sueli, Joaquim, Bartô, e Isacque pela amizade construída e por estarem sempre presentes.

A CAPES pelo apoio financeiro na execução de parte das atividades e pela concessão da bolsa de estudos.

## AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Aos meus pais Jaime Miguel de Araujo e Maria Auxiliadora de Araujo e irmãos Alexandre, Jevuks, Luciana e Luciene com quem aprendi valores espirituais, éticos e morais para substância de toda minha vida.

A Albertina, Bruno, Júnior, Karla, Pedro Matheus, Enoque, Isabel, Saulo e Miguel, pelo carinho, entusiasmo, perseverança e alegria que me propiciam.

Ao Sr. Lourival Pinto Costa e Marli do Carmo Costa, pelo amor dedicado a minha pessoa e por terem me acolhido como a um filho.

A Neto e Roseana, Gutenberg e Lourena, Ricardo e Renata, Ferreira e Denize e Denilson e Denilza, pelo apoio e amizade.

Aos meus queridos sobrinhos Caio, Yasmin, Mariana, Victória, Davi, Thayná e Láysa por serem estrelas em minha vida.

A família amiga Sr. João, Dona Rodrigues, Wirlânia e Bau, Germanna e Nicson, Emanuella e Ana Cristina, pelo grande apoio fraterno e contribuição na construção do meu saber.

A linda família, Petrônio, Iracema e José Pedro, por estarem sempre presentes e pelo grande apoio em nossas conquistas diárias, alicerçando uma amizade incondicional e imensurável, abençoada e moldada pelas mãos Divinas.

Aos que pleiteiam em suas atividades para que o semiárido seja uma redescoberta de oportunidades e de realização dos sonhos de cidadãs e cidadãos que aqui desejem viver.

## EM MEMÓRIA

*Ao grande e inesquecível amigo, com quem tive a honra de construir um forte laço de fraternidade, um grande exemplo de força e sabedoria na luta pelos ideais:*

*Daerson Dantas Barroso*

O Senhor é o meu Pastor, nada me faltará.  
 Deitar-me faz em verdes pastos,  
 guia-me mansamente às águas tranquilas,  
 Refrigera a minha alma,  
 guia-me pelas veredas da justiça por amor do seu  
 nome,

Ainda que eu andasse pelo vale da sombra da  
 morte  
 não temeria mal algum, porque tu estás comigo,  
 a tua vara e o teu cajado me consolam, Preparas  
 uma mesa perante mim na presença dos meus  
 inimigos,  
 unges a minha cabeça com óleo, o meu cálice  
 transborda,

Certamente que a bondade e a misericórdia  
 me seguirão todos os dias de minha vida,  
 e habitarei na casa do Senhor por longos dias.

Amém

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>Lista de Tabelas</b> .....	<b>xv</b>
<b>Resumo Geral</b> .....	<b>1</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>3</b>
Considerações Iniciais.....	5
Capítulo I – Desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio em ovinos Santa Inês, sob restrição alimentar.....	7
Resumo.....	8
Abstract.....	9
Introdução.....	10
Material e Métodos.....	11
Resultados e Discussão.....	14
Conclusões.....	20
Referências Bibliográficas.....	21
Capítulo II – Características de carcaça de ovinos da raça Santa Inês sob restrição alimentar.....	25
Resumo.....	26
Abstract.....	27
Introdução.....	28
Material e Métodos.....	29
Resultados e Discussão.....	33
Conclusões.....	42
Referências Bibliográficas.....	43
Capítulo III – Características dos não-componentes da carcaça de ovinos Santa Inês sob restrição alimentar.....	46
Resumo.....	47
Abstract.....	48
Introdução.....	49
Material e Métodos.....	51
Resultados e Discussão.....	53

Conclusões.....	60
Referências Bibliográficas.....	61
Capítulo IV – Composição corporal e exigências nutricionais de cálcio, fósforo, potássio e magnésio em Carneiros Santa Inês.....	65
Resumo.....	66
Abstract.....	67
Introdução.....	68
Material e Métodos.....	70
Resultados e Discussão.....	75
Conclusões.....	84
Referências Bibliográficas.....	85
Considerações Finais .....	89

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo I

#### **Desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio em ovinos Santa Inês, sob restrição alimentar**

		Página
Tabela 1	Participação dos ingredientes (%) e composição química da dieta dos animais (%MS).....	12
Tabela 2	Valores médios de consumo dos nutrientes, equações de regressão, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e probabilidade (P), para ovinos sob restrição alimentar.....	15
Tabela 3	Valores médios do peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso médio diário (GPMD), eficiência alimentar (EA) e, equações de regressão, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e probabilidade (P), para ovinos sob restrição alimentar.....	16
Tabela 4	Valores médios dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e, equações de regressão, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e probabilidade (P), em ovinos sob restrição alimentar.....	17
Tabela 5	Balanço aparente de nitrogênio, equações de regressão, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e probabilidade (P), em ovinos sob restrição alimentar.....	18

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo II

#### Características de carcaça de ovinos da raça Santa Inês sob restrição alimentar

	Página
Tabela 1 Participação dos ingredientes e composição química da ração.....	30
Tabela 2 Valores médios para o ganho de peso médio diário, ganho de peso proporcional dos animais submetidos à restrição alimentar em relação aos animais alimentados à vontade, peso corporal ao abate e probabilidade, referente à ovinos sub restrição alimentar.....	33
Tabela 3 Valores médios do peso em jejum (PJ), peso do corpo vazio (PCV), peso de carcaça quente (PCQ), peso de carcaça fria (PCF), dos rendimentos biológicos (RB), comercial (RC) e de carcaça quente (RCQ), perda por resfriamento (PR), equações de regressão, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e probabilidade (P) referentes à carcaça de ovinos sob restrição alimentar.....	35
Tabela 4 Valores médios de conformação (CONF), acabamento (ACB), gordura pelvico renal (GPR), comprimento externo da carcaça (CEC), largura do anterior (LANT), largura do tórax (LTRX), largura da garupa (LGAR), perímetro da perna (PPER), perímetro da garupa (PGAR), comprimento interno da carcaça (CIC), comprimento da perna (CPER), profundidade do tórax (PFTRX), compacidade da carcaça (POMPC), equações de regressão, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e probabilidade (P), de ovinos sob restrição alimentar.....	36
Tabela 5 Valores médios dos pesos absolutos dos cortes comerciais e de seus rendimentos em relação à meia carcaça, equações de regressão, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e probabilidade (P), em ovinos sob restrição alimentar.....	39
Tabela 6 Valores médios das medidas de avaliação do lombo, equações de regressão, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e probabilidade (P), de ovinos sob restrição alimentar.....	40

**LISTA DE TABELAS**

## Capítulo III

**Características dos não-componentes da carcaça de ovinos Santa Inês sob restrição alimentar**

		Página
Tabela 1	Participação dos ingredientes (%) e composição química da dieta dos animais (%MS).....	52
Tabela 2	Valores médios dos pesos em jejum (PJ) e dos não-componentes da carcaça, equações de regressão, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e probabilidade (P), referentes a de ovinos sob restrição alimentar.....	54
Tabela 3	Valores médios do rendimento dos não-componentes da carcaça, equações de regressão, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e Probabilidade (P), referentes a ovinos sob restrição alimentar.....	57

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo IV

#### **Composição corporal e exigências nutricionais de cálcio, fósforo, potássio e magnésio em carneiros Santa Inês**

		Página
Tabela 1	Participação dos ingredientes (%) e composição química da dieta dos animais (%MS).....	66
Tabela 2	Valores médios do peso corporal (PC), peso do corpo vazio (PCV), composição corporal em matéria seca (MS), gordura (Gord), matéria mineral (MM), cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K) e magnésio (Mg) com suas respectivas equações de regressão, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e probabilidade (P), para carneiros Santa Inês sob restrição alimentar.....	69
Tabela 3	Equações de regressão para o peso do corpo vazio (PCV) em função do peso corporal (PC), e do logaritmo da quantidade de cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K) e magnésio (Mg) em função do logaritmo do PCV de carneiros Santa Inês, sob restrição alimentar.....	70
Tabela 4	Estimativa da concentração de cálcio, fósforo, potássio e magnésio em função do peso do corpo vazio (PCV), em carneiros Santa Inês sob restrição alimentar .....	70
Tabela 5	Equações de predição para o ganho de cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K) e magnésio (Mg) em função do peso de corpo vazio (PCV) de carneiros Santa Inês dos 30 aos 45 kg de peso corporal.....	71
Tabela 6	Quantidades de cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K) e magnésio (Mg) depositados por kg de ganho em peso de corpo vazio (PCV), em carneiros Santa Inês de 30 a 45 kg de peso corporal .....	72
Tabela 7	Estimativas de exigências líquidas de cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K) e magnésio (Mg) para ganho de peso corporal (PC), em $g\ animal^{-1}\ dia^{-1}$ , de carneiros da raça Santa Inês dos 30 aos 45 kg de peso corporal.....	73
Tabela 8	Valores médios do conteúdo corporal inicial e final, e retenção de cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), magnésio (Mg) e respectivas equações de regressão, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e probabilidade (P), em carneiros Santa Inês sob restrição alimentar.....	74

## **DESEMPENHO PRODUTIVO E EXIGÊNCIAS DE MACROMINERAIS EM CARNEIROS SANTA INÊS SOB RESTRIÇÃO ALIMENTAR**

### **RESUMO GERAL**

Com o objetivo de avaliar as características corporais e estimar as exigências de macrominerais em carneiros da raça Santa Inês sob restrição alimentar, foi desenvolvido um trabalho utilizando 32 ovinos machos, não castrados, com peso corporal inicial médio de 30 kg, confinados em baias individuais e distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e oito repetições. Os tratamentos constaram de animais sem restrição alimentar e com 30% e 60% de restrição, em relação aos animais do tratamento sem restrição alimentar. Foram avaliados consumo e digestibilidade dos nutrientes, peso inicial, peso final, ganho de peso médio diário, eficiência alimentar e balanço de nitrogênio para o ensaio de desempenho; peso em jejum, peso do corpo vazio, pesos de carcaça quente e fria, rendimentos biológico, comercial e de carcaça quente, conformação, acabamento, gordura pelvico renal, comprimento externo e interno da carcaça, larguras do anterior, do tórax e garupa, perímetros da perna e garupa, profundidade torácica e compacidade, para as características da carcaça; pesos e rendimentos do pescoço, paleta, costilhar, lombo e perna para avaliação dos cortes comerciais; cor, marmoreio, textura, espessura da gordura subcutânea, medida RG e área de olho de lombo, para avaliação do lombo; pesos e rendimentos do sangue, pele, fígado, aparelho respiratório, coração, cabeça, patas, aparelho reprodutivo, vesícula biliar, bexiga, gordura do omento, estômagos, intestinos, baço, rins e gorduras pélvica e renal, para avaliar os não-componentes da carcaça; e, composição corporal em cálcio, fósforo, potássio e magnésio, para estimar as exigências líquidas para ganho e manutenção dos carneiros. A restrição alimentar favoreceu a uma maior digestibilidade dos carboidratos fibrosos e reduziu o balanço de nitrogênio. Quanto as características da carcaça, a restrição alimentar não afetou os rendimentos biológico, comercial, de carcaça quente e dos cortes de maior valor biológico, podendo ser utilizada de forma moderada, até 30%, na tentativa de reduzir os custos com a produção sem afetar o rendimento e a qualidade da carcaça de ovinos da raça Santa Inês. Os ovinos submetidos a restrição alimentar moderada (30%), apresentaram redução no rendimento do fígado, porém essa restrição não afetou os

rendimentos dos demais não-componentes da carcaça. Então, esse nível pode ser utilizado, como ferramenta para reduzir custos com alimentação, sem comprometer o rendimento dos não-componentes da carcaça de ovinos da raça Santa Inês. Os valores de composição corporal em cálcio variaram de 22,04 a 25,52 g, em fósforo, de 9,86 a 9,95 g, em potássio de 1,49 a 1,46 g, e em magnésio de 0,88 a 1,06 g kg<sup>-1</sup> de peso do corpo vazio. As exigências líquidas de cálcio, fósforo, potássio e magnésio para o ganho variaram de 18,7 a 21,7 g, 8,4 a 8,5 g, 1,3 a 1,2 g e 0,7 a 0,9 g kg<sup>-1</sup> de peso corporal dia<sup>-1</sup>, respectivamente, para carneiros Santa Inês dos 30 aos 45 kg de peso corporal. As exigências líquidas de manutenção para carneiros Santa Inês com peso corporal de 30 a 45 kg de peso corporal foram de 361 mg de cálcio, 274 mg de fósforo, 61 mg de K e 34 mg de Mg dia<sup>-1</sup>.

**Termos para indexação:** abate comparativo, balanço de nitrogênio, buchada, cortes comerciais, ovinos adultos, rendimento de carcaça.

## **PRODUCTIVE PERFORMANCE AND REQUIREMENTS OF MACROMINERALS IN SANTA INÊS RAMS UNDER FOOD RESTRICTION**

### **ABSTRACT**

In order to evaluate the physical characteristics and estimate the requirements of macrominerals in sheep Santa Inês under food restriction, an experiment was conducted using 32 male sheep, entire, 30 kg with initial weight body, housed individually and distributed in a completely randomized design with three treatments and eight repetitions. The treatments consisted of animals without food restriction and 30% and 60% restriction in relation to the animals of treatment without food restriction. Were evaluated intake and digestibility of nutrients, initial weight, final weight, average daily weight gain, feed efficiency and nitrogen balance for the performance test, the fasted live weight, empty body weight, hot carcass weight and cold, biological incomes, commercial and hot carcass, conformation, finishing, pelvico renal fat, sternum length and internal carcass, width of the previous, of thorax and croup, perimeters leg and croup, thorax depth and compactness for carcass; weight and yield of the neck, palette, ribs, leg and loin, to evaluate the commercial cuts, color, marbling, texture, thickness of subcutaneous fat, GR measure and loin eye area, to evaluate the loin; weight and yield of blood, skin, liver, respiratory apparatus, heart, head, feet, reproductive apparatus, gallbladder, bladder, omentum fat of, stomachs, intestines, spleen, kidney and pelvic fat and kidney, to evaluate the non-components housing; and, body composition in calcium, phosphorus, potassium and magnesium, to estimate the net requirements for gain and maintenance of rams. The food restriction favored a higher digestibility of fibrous carbohydrates and an nitrogen balance reduced. Considering the carcass characteristics, the restriction did not affect income biological, commercial, hot carcass and cuts of higher biological value and can be used moderately by 30% in an attempt to reduce production costs without affecting the income and carcass quality of Santa Ines sheep. Sheep submitted the moderate dietary restriction (30%), decreased the yield of the liver, but this restriction did not affect the income of other carcass non-components. So, this level can be used as a tool to reduce feed costs without compromising the yield of non-components carcass of Santa Ines sheep. The values of body composition calcium ranged from 22,04 to 25,52 g, of phosphorus 9,86 to 9,95 g, of potassium from

1,49 to 1,46 g, and magnesium 0,88 to 1,06 g per kg of body weight empty. The net calcium, phosphorus, potassium and magnesium for the gain ranged from 18,7 to 21,7 g, 8,4 to 8,5 g, 1,3 to 1,2 g and 0,7 to 0,9 g per kg day body weight, respectively, to Santa Inês rams of 30 to 45 kg of body weight. The requirements for maintenance on Santa Inês rams weighing 30 to 45 kg of body weight was 361 mg calcium, 274 mg phosphorus, 61 mg potassium and 34 mg of Mg per day.

**Index terms:** adult sheep, carcass income, comparative slaughter, edible offal, nitrogen balance, retail cuts.

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A ovinocultura destaca-se como importante atividade dos sistemas de produção pecuária do Nordeste brasileiro, contando com um expressivo rebanho, que encontra-se em ascensão em termos de implantação de novas tecnologias no sistema de produção e mercado comercial, participando desse panorama, desde o pequeno produtor até aqueles de produções em alta escala. Em geral, os rebanhos são explorados para a produção de carne e pele em sistema de criação extensivo e semi-intensivo, predominando os animais puros e mestiços da raça Santa Inês.

Existe uma crescente busca, no mercado, por produtos de melhor qualidade, onde os consumidores, cada vez mais exigentes, buscam carcaças com melhor acabamento, cortes mais especializados e a própria buchada que além de ser uma comida típica da região, apresenta valor nutricional semelhante ao da carne. Esse aumento no mercado consumidor de produtos mais especializados vem promovendo um maior interesse, por parte dos ovinocultores, em melhorar suas produções, investindo em melhores tecnologias, buscando o avanço do sistema.

No entanto, a sazonalidade na disponibilidade de forragem em muitas propriedades é um fator que dificulta a produção, promovendo restrição alimentar natural em animais criados no semiárido nordestino, tornando-se um acontecimento frequente, fazendo com que em algumas épocas do ano o alimento torne-se mais escasso, e de baixa qualidade nutricional. Este evento atrelado, muitas vezes, à falta de planejamento na produção, onde o alimento armazenado torna-se insuficiente para uma nutrição adequada de todo o rebanho, acarreta em perdas produtivas e reprodutivas no rebanho, com altos custos para o produtor. Estes fatores levam a avaliações dos impactos que diferentes níveis de restrição podem causar na produção dos animais, seja no desempenho produtivo e reprodutivo, na qualidade da carcaça e cortes comerciais, bem como nos não-componentes da carcaça. Assim, é importante o desenvolvimento de pesquisas que visem à obtenção de curvas que descrevam o comportamento biológico dos animais alimentados à vontade e subalimentados e que permita avaliar diferentes pontos que representem as situações observadas entre os produtores.

A restrição alimentar é fundamental na realização de experimentos para determinar exigências nutricionais, devido à necessidade de avaliar a exigência de

manutenção dos animais. Além disso, impor a restrição alimentar permite avaliar outros parâmetros que são fundamentais para entender a deposição de tecidos nos animais, e em situações que comumente ocorrem em períodos de escassez de alimentos.

Entender o que ocorre com o desempenho dos animais, na digestibilidade de nutrientes, e os efeitos dessa restrição nos componentes da carcaça e não-componentes da carcaça ao submetê-los a níveis diferentes de restrição, permite determinar até que ponto pode-se afetar negativamente a produção dos animais, como também, se há um nível de restrição aceitável para racionalizar a produção e a manutenção do peso de algumas categorias do rebanho, em especial os reprodutores.

Na raça Santa Inês, os machos entram na puberdade com aproximadamente 7 meses de idade, e antes de um ano já estão aptos a serem utilizados como reprodutores. Em regiões semiáridas, carneiros Santa Inês com 30 kg de peso corporal, já podem ser utilizados como reprodutores, pois apresentam boas características reprodutivas, no entanto, é importante que se tenha maior preocupação com o estado nutricional desses animais, visto que o aporte de nutrientes está diretamente relacionado com suas qualidades reprodutivas.

Não existe ainda, um sistema de exigências nutricionais brasileiro para ovinos. Por essa razão, alguns trabalhos tem sido desenvolvidos para obter informações que permitam fazer estimativas de exigências nutricionais em condições brasileiras. Embora, já existam alguns dados sobre as exigências de ovinos no Brasil, esses ainda não estão bem definidos, e por isso os ajustes das dietas ainda são baseados em comitês internacionais de exigências nutricionais, o que pode subestimar ou superestimar suas exigências, pois esses comitês baseiam-se em realidades diferentes.

Diante do exposto, serão apresentados quatro capítulos desta pesquisa, onde o capítulo I trata do desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio em ovinos Santa Inês, submetidos a diferentes níveis de restrição alimentar. No capítulo II, abordou-se sobre as características de carcaça de ovinos da raça Santa Inês sob restrição alimentar. No capítulo III, foram avaliadas as características dos não-componentes da carcaça de ovinos Santa Inês sob três níveis de alimentação e no capítulo IV, avaliou-se a composição corporal, estimando-se as exigências nutricionais de cálcio, fósforo, potássio e magnésio em Carneiros Santa Inês. Por fim, foram feitas algumas considerações finais e implicações sobre o que foi abordado na presente pesquisa.

## **CAPÍTULO I**

---

**Desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio em ovinos Santa Inês, sob restrição alimentar**

## **Desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio em ovinos Santa Inês, sob restrição alimentar**

### **RESUMO**

Com o objetivo de estudar o efeito da restrição alimentar sobre o consumo e a digestibilidade de nutrientes, desempenho e balanço de nitrogênio em ovinos da raça Santa Inês, foi desenvolvido um experimento utilizando 24 ovinos machos, não castrados, com peso vivo inicial médio de 30 kg, confinados em baias individuais, e distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com três níveis de restrição alimentar (0, 30 e 60%). Foram avaliados o consumo e a digestibilidade dos nutrientes, ganho de peso médio diário, eficiência alimentar e o balanço de nitrogênio. Houve efeito linear decrescente da restrição alimentar sobre o consumo da matéria seca e de todos os nutrientes avaliados, do ganho de peso médio diário e eficiência alimentar. A restrição alimentar promoveu efeito linear crescente sobre a digestibilidade da fibra em detergente neutro e hemicelulose. Para o balanço de nitrogênio, a excreção de nitrogênio via fezes e urina foi proporcional ao nitrogênio ingerido, sendo maior para os animais com alimentação à vontade. O uso da restrição alimentar moderada (30%) pode ser uma alternativa, na tentativa de reduzir os custos com a produção de ovinos da raça Santa Inês, em períodos de escassez de forragem, em regiões semiáridas.

**Termos para indexação:** dieta, ganho de peso, nitrogênio retido, pequenos ruminantes.

## **Performance and nitrogen balance digestibility in Santa Ines sheep under food restriction**

### **ABSTRACT**

In order to study the effect of dietary restriction on the consumption and nutrient digestibility, performance and nitrogen balance in sheep of Santa Inês, an experiment was conducted using 24 sheep, non-castrated males, with initial weight of 30 kg, kept in individual stalls, and distributed in a completely randomized design with three levels of food restriction (0, 30 and 60%). We evaluated the consumption and nutrient digestibility, average daily weight gain, feed efficiency and nitrogen balance. There was linear effect of dietary restriction on the consumption of dry matter and all the nutrients, the average daily weight gain and feed efficiency. The food restriction promoted increasing linear effect on the digestibility of neutral detergent fiber and hemicellulose. For the nitrogen balance, the nitrogen excretion via feces and urine was proportional to the nitrogen ingested, and was higher for animals fed ad libitum. The use of moderate food restriction (30%) may be an alternative in attempt to reduce the cost of production of Santa Inês sheep in period of scarcity of fodder in the semiarid region of Northeast.

**Index terms:** diet, weight gain, nitrogen retention, small ruminants.

## INTRODUÇÃO

A ovinocultura é uma atividade em expansão no Brasil, destacando-se como alternativa viável na produção de carne e pele, para o setor do agronegócio, onde se observa um grande incremento na demanda por carne ovina, servindo de estímulo para os pecuaristas investirem em tecnologia, melhorando o manejo produtivo, e maximizando a produção. Nesse sentido, a terminação de ovinos em confinamento, pode representar uma importante estratégia para o sistema de produção em regiões semiáridas, podendo permitir a produção de carne e pele de boa qualidade durante a época de escassez alimentar, promovendo um retorno mais rápido do capital aplicado.

Considerando que a estacionalidade na disponibilidade de forragens é um dos principais fatores responsáveis pelos baixos índices de produtividade da pecuária, a busca por alternativas que possam reduzir esses efeitos tem relevante importância na economicidade dos sistemas e na manutenção do equilíbrio entre oferta e demanda de nutrientes.

Na ovinocultura de corte, o capital empregado com alimentação pode representar mais de 60% dos custos de produção. Assim, a pesquisa tem buscado alternativas que possam reduzir os custos ou aumentar a viabilidade econômica do manejo alimentar dos rebanhos.

Segundo Moron-Fuenmayor & Clavero (1999), na criação de ruminantes o caminho natural para a redução de custos é a exploração da capacidade desses animais de digerir alimentos fibrosos, no entanto, recorre-se também a alternativas como a restrição qualitativa com diferentes níveis de proteína (Pereira et al., 2007) e energia metabolizável (Pereira et al., 2010) na dieta, restrição alimentar seguida de ganho compensatório (Homem Júnior et al., 2010) e utilização de dieta única com restrição quantitativa (Pereira Filho et al., 2005; Yáñez et al., 2006).

A importância da realização de pesquisas avaliando a restrição alimentar de ovinos está relacionada à estreita relação entre o nível nutricional e o retorno econômico no sistema de produção, pois, além do grande impacto sobre a variável-resposta desta atividade, considerando nesse caso, o desempenho, a alimentação é um dos fatores que mais oneram o custo de produção.

Objetivou-se avaliar o consumo e digestibilidade dos nutrientes, o desempenho e o balanço de nitrogênio, em ovinos da raça Santa Inês submetidos a diferentes níveis de restrição alimentar.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado, nas instalações de pequenos ruminantes do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande, localizada no município de Patos, PB. Cujo clima local, é classificado como quente e seco, tendo duas estações bem definidas (seca e chuvosa), com precipitação, temperatura e umidade relativa médias anuais de 500 mm, 29°C e 60%, respectivamente.

Foram utilizados 24 ovinos da raça Santa Inês, machos não-castrados, com peso vivo inicial médio de 30 kg, identificados, pesados e tratados contra endo e ectoparasitas. Foram alojados em baias individuais de 1,2 m<sup>2</sup>, com piso ripado suspenso, contendo comedouro e bebedouro, distribuídas em um galpão com piso de concreto e cobertura de telhas de amianto.

Os animais foram submetidos a um período de 10 dias de adaptação, no qual receberam alimentação à vontade, calculada conforme a quantidade de sobras referente ao dia anterior, mantida em torno de 15%. Esses foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e oito repetições. Os tratamentos foram definidos em função do consumo da dieta experimental, sendo pré-estabelecidos da seguinte forma: TR0 = alimentação à vontade, 0% de restrição alimentar, TR30 = 30% de restrição alimentar e TR60 = 60% de restrição alimentar. À medida que os animais atingiram 30 kg de peso corporal, formaram-se grupos de três animais, sendo um para cada tratamento, dando-se início a fase experimental. Iniciada a fase experimental, o ajuste de 15% das sobras foi considerado apenas para os animais com alimentação à vontade, a partir da qual foram calculadas as quantidades de ração fornecidas aos demais animais dos tratamentos com 30 e 60% de restrição alimentar.

A dieta (Tabela 1), ajustada conforme o NRC (2006), para ganho de peso corporal médio de 250 g dias<sup>-1</sup> para os animais sem restrição alimentar, foi composta de 45% de volumoso e 55% de concentrado, constituída de feno de capim-elefante

(*Pennisetum purpureum*), farelo de soja, farelo de milho, calcário calcítico, fosfato bicálcico e premix mineral. Sendo fornecida diariamente, as 8:00h e 16:00h, em forma de ração completa. O fornecimento foi de 4% do peso corporal, com base na MS, para os animais do tratamento sem restrição, ajustado diariamente de forma que estes desfrutassem de um consumo voluntário. Os animais dos tratamentos com 30 e 60% de restrição, tiveram um fornecimento de ração baseado no consumo de MS efetuado pelos animais sem restrição alimentar, recebendo 70 e 40%, respectivamente, do consumido pelos animais do tratamento sem restrição.

**Tabela 1.** Participação dos ingredientes (%) e composição química da dieta dos animais (%MS)

Ingredientes	g/kg de matéria seca
Farelo de soja	235,0
Milho moído	289,9
Feno de Capim-elefante ( <i>Pennisetum purpureum</i> )	450,0
Calcário calcítico	11,9
Fosfato bicálcico	3,2
Sal mineral comercial	10,0
Composição química (g/kg)	
Matéria seca	928,7
Matéria mineral	80,1
Proteína bruta	146,4
Extrato etéreo	33,9
Fibra em detergente neutro	458,4
Fibra em detergente ácido	339,6
Lignina	97,2
FDN <sub>CP</sub> <sup>1</sup>	417,9
Carboidratos Totais	726,8
Carboidratos não fibrosos	308,9
Nutrientes digestíveis totais	632,0
Cálcio	22,5
Fósforo	11,4
Potássio	13,4
Magnésio	04,1

<sup>1</sup>Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

Das sobras da dieta, coletou-se uma alíquota diária de 10%, formando-se amostras compostas individuais, que foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas para análises, ao final do experimento.

Foi desenvolvido um ensaio de digestibilidade, em paralelo ao ensaio de desempenho, utilizando-se 12 animais alojados em gaiolas de metabolismo, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Em cada gaiola havia um dispositivo para separação e coleta de urina e fezes e, os animais tinham livre acesso à água. Os animais foram submetidos aos mesmos tratamentos alimentar, durante

um período de 12 dias, sendo sete dias de adaptação às gaiolas metabólicas, e 5 dias de coleta de dados. Neste período, diária e individualmente, foram retiradas todas as sobras de alimento oferecido no dia anterior, 10% da quantidade total de fezes e 10% do volume de urina produzida, para análises laboratoriais.

Para se evitar a perda de compostos nitrogenados da urina, por volatilização, foi colocada uma solução de ácido clorídrico à 10N, no recipiente antes da coleta, em volume correspondente a 10 ml da quantidade de urina produzida no dia anterior.

As amostras de fezes e urinas foram mantidas em congelador até o final do ensaio, quando então, foram compostas por animal, e submetidas às análises químicas.

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande, segundo metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002) e Van Soest, et al. (1991). Nas amostras da dieta, sobras e fezes foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (Cel.), hemicelulose (Hem.) e lignina (Lig.), enquanto nas amostras de urina, o teor de nitrogênio total.

Os teores de carboidratos totais (CHOT) e não fibrosos (CNF) foram obtidos de acordo com as seguintes fórmulas:  $\%CHOT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ , segundo Sniffen et al. (1992) e  $\%CNF = 100 - (\%FDN_{CP} + \%PB + \%EE + \%MM)$ , em que  $FDN_{CP}$  = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas, conforme recomendação de Weiss (1999).

O consumo dos nutrientes foi calculado pela diferença entre a quantidade do nutriente presente nos alimentos fornecidos e sua quantidade presente nas sobras, expressando o resultado em  $g\ dia^{-1}$ ,  $\%PV$ ,  $g/kg^{-0,75}$ . Para a determinação do consumo de energia digestível (ED) e metabolizável (EM), foi considerado que 1 kg de NDT apresenta 4,409 Mcal de ED e que a EM apresenta 82% da ED, conforme NRC (1996).

A digestibilidade dos nutrientes foi obtida segundo a equação: Digestibilidade (%) =  $[\text{nutriente ingerido (g)} - \text{nutriente excretado nas fezes (g)} / \text{nutriente ingerido (g)}] \times 100$ ; os nutrientes digestíveis totais (NDT):  $NDT (\%) = (PBD + CNFD + FDN_{cpD}) + (EED \times 2,25)$ ; e o balanço de N (BN), expresso em gramas, foi obtido utilizando-se as

fórmulas:  $BN$  ou  $N_{\text{retido}} = N_{\text{ingerido}} - (N_{\text{fezes}} + N_{\text{urina}})$ ;  $N_{\text{absorvido}} = N_{\text{ingerido}} - N_{\text{fezes}}$  e  $N_{\text{ingerido}} = N_{\text{ofertado}} - N_{\text{sobras}}$ .

Os animais foram pesados ao início, e a cada sete dias durante o experimento, com pesagens intermediárias, à medida que o peso corporal aproximava-se do peso pré-estabelecido para o abate. Quando pelo menos um dos animais de cada grupo atingiu o peso corporal de abate (aproximadamente 45 kg), os três animais do grupo (um de cada tratamento) foram abatidos, após serem submetidos a jejum de sólidos e líquido por 18 horas.

Os valores médios dos dados coletados foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, efetuando-se análise de regressão das diferentes variáveis em função da restrição alimentar, utilizando o SAS (2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios dos nutrientes que foram consumidos pelos ovinos estão apresentados na Tabela 2. Os valores médios observados para o consumo de matéria seca foram de 1471,3, 1005,6 e 590,6 g dia<sup>-1</sup> para os animais sem restrição alimentar, e com restrição de 30 e 60% respectivamente, correspondendo a uma restrição real de 0,0 31,6 e 59,9% (Tabela 2). Foi observado efeito ( $P < 0,05$ ) linear decrescente da restrição alimentar sobre o consumo de matéria seca, e este efeito refletiu ( $P < 0,05$ ) sobre o aporte de nutrientes, visto que quanto menor o consumo de matéria seca, menor foi o consumo de nutrientes, como pré-estabelecido (Tabela 2).

Os maiores consumos de matéria seca e nutrientes digestíveis totais (3,81% do PV e 929,9 g dia<sup>-1</sup>, respectivamente) foram observados com o fornecimento da dieta sem restrição alimentar, e está abaixo dos valores estimados pelo NRC (2007), que sugere consumo de matéria seca de aproximadamente 4,7% do peso vivo e NDT de 1.130 g dia<sup>-1</sup>, para ovinos de até 8 meses de idade, com 30 kg de peso corporal e ganho médio diário de 250 g dia<sup>-1</sup>. Considerando que o consumo alimentar é um dos principais parâmetros a serem avaliados no ajuste de dietas, além de ser a medida mais associada ao desempenho (Yamamoto et al., 2007), os dados apresentados sugerem que se tenha uma maior preocupação na formulação de dietas para ovinos Santa Inês em regiões semiáridas, quando se toma como referência o NRC (2007).

**Tabela 2.** Valores médios de consumo dos nutrientes, equações de regressão, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e probabilidade (P), para ovinos sob restrição alimentar

Variável	Níveis de restrição (%)			Equação de regressão	$R^2$	Valor P
	0	30	60			
Matéria seca (g dia <sup>-1</sup> )	1471,3	1005,6	590,6	$\hat{y} = 1462,79 - 14,6775 \text{ NR}$	0,85	0,0001
Matéria seca (%PV)	3,81	2,84	1,86	$\hat{y} = 3,81 - 0,0325 \text{ NR}$	0,83	0,0001
Matéria seca (g kg <sup>-0,75</sup> )	95,04	69,24	44,15	$\hat{y} = 94,92 - 0,8482 \text{ NR}$	0,84	0,0001
Matéria orgânica (g dia <sup>-1</sup> )	1350,6	924,8	543,3	$\hat{y} = 1343,20 - 13,4557 \text{ NR}$	0,85	0,0001
Matéria orgânica (%PV)	3,50	2,61	1,71	$\hat{y} = 3,51 - 0,0364 \text{ NR}$	0,83	0,0001
Proteína bruta (g dia <sup>-1</sup> )	239,4	148,8	86,7	$\hat{y} = 234,59 - 2,5437 \text{ NR}$	0,88	0,0001
Proteína bruta (%PV)	0,62	0,42	0,27	$\hat{y} = 0,61 - 0,0058 \text{ NR}$	0,87	0,0001
FDN (g dia <sup>-1</sup> )	598,9	456,4	269,8	$\hat{y} = 606,29 - 5,4865 \text{ NR}$	0,78	0,0001
FDN (%PV)	1,55	1,29	0,85	$\hat{y} = 1,58 - 0,0116 \text{ NR}$	0,73	0,0001
FDA (g dia <sup>-1</sup> )	450,3	338,2	199,9	$\hat{y} = 454,62 - 4,1711 \text{ NR}$	0,81	0,0001
FDA (% PV)	1,17	0,95	0,63	$\hat{y} = 1,18 - 0,0089 \text{ NR}$	0,77	0,0001
Celulose (g dia <sup>-1</sup> )	312,4	240,9	142,7	$\hat{y} = 316,87 - 2,8296 \text{ NR}$	0,79	0,0001
Celulose (% PV)	0,81	0,68	0,45	$\hat{y} = 0,82 - 0,0060 \text{ NR}$	0,73	0,0001
Hemicelulose (g dia <sup>-1</sup> )	152,2	122,13	72,09	$\hat{y} = 155,57 - 1,3360 \text{ NR}$	0,67	0,0001
Hemicelulose (% PV)	0,39	0,34	0,23	$\hat{y} = 0,40 - 0,0027 \text{ NR}$	0,59	0,0001
Lignina (g dia <sup>-1</sup> )	137,8	97,4	57,3	$\hat{y} = 137,75 - 1,3414 \text{ NR}$	0,84	0,0001
Lignina (% PV)	0,36	0,27	0,18	$\hat{y} = 0,36 - 0,0029 \text{ NR}$	0,81	0,0001
ED (Mcal dia <sup>-1</sup> )	4,10	2,91	1,74	$\hat{y} = 4,09 - 0,0392 \text{ NR}$	0,84	0,0001
EM (Mcal dia <sup>-1</sup> )	3,36	2,39	1,43	$\hat{y} = 3,35 - 0,0321 \text{ NR}$	0,84	0,0001
NDT (g dia <sup>-1</sup> )	929,9	660,8	395,9	$\hat{y} = 929,18 - 8,90 \text{ NR}$	0,84	0,0001

$\hat{y}$  = variável dependente; NR = Nível de restrição alimentar entre 0 e 60%; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; ED = energia digestível; EM = energia metabolizável; NDT = nutrientes digestíveis totais.

Conforme demonstrado na Tabela 3, o peso inicial dos ovinos foi semelhante ( $P > 0,05$ ) em todos os tratamentos, com e sem restrição. Foi observado um efeito ( $P < 0,05$ ) linear decrescente para o peso final, ganho de peso médio diário e eficiência alimentar, de forma que quanto maior a restrição alimentar, menor o ganho de peso médio diário, a eficiência alimentar e conseqüentemente, o peso final dos animais (Tabela 3). Esse comportamento pode ser justificado pelo aporte de nutrientes, que foi maior para o tratamento sem restrição alimentar e menor para os animais com 60% de restrição. De acordo com Sniffen et al (1993), o consumo de matéria seca tem grande importância no desempenho de ovinos e pode ser considerado determinante do aporte de nutrientes necessários para o atendimento das exigências de manutenção e ganho em peso dos animais. Assim, o desempenho dos ovinos diminui de acordo com a redução na disponibilidade dos nutrientes.

**Tabela 3.** Valores médios do peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso médio diário (GPMD), eficiência alimentar (EA), equações de regressão, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e probabilidade (P), para ovinos sob restrição alimentar

Variável	Níveis de restrição (%)			Equação de Regressão	$R^2$	Valor P
	0	30	60			
PI (kg)	31,84	31,58	31,71	$\hat{y} = 31,77$	-	0,928
PF (kg)	45,19	39,31	32,32	$\hat{y} = 45,37 - 0,2145NR$	0,90	0,0001
GPMD (g)	247,54	132,83	20,20	$\hat{y} = 247,18 - 3,7889 NR$	0,84	0,0001
EA (%)	16,54	13,35	3,4	$\hat{y} = 17,66 - 0,2189NR$	0,80	0,0001

$\hat{y}$  = variável dependente; NR = Nível de restrição alimentar entre 0 e 60%.

O maior ganho em peso médio diário foi obtido pelos animais sem restrição alimentar (247,54 g dia<sup>-1</sup>), o que já era esperado, visto que teriam uma maior disponibilidade de nutrientes. Apesar de reduzir a eficiência alimentar (de 16,54 para 13,35), a restrição alimentar moderada (30%) promoveu ganho de peso médio diário (132,83 g dia<sup>-1</sup>) satisfatório, quando comparados a ganhos de ovinos criados em sistemas semi-intensivo na caatinga, variando de 47,5 a 132,4 g dia<sup>-1</sup> (Silva et al., 1999; ), os quais chegam, em alguns casos, a longos períodos de restrição alimentar, devido a sazonalidade de forragem.

Os valores de eficiência alimentar dos ovinos submetidos a 30% de restrição alimentar, foram semelhantes aos relatados por Pereira et al (2010), de 13,21 em ovinos Santa Inês alimentados com diferentes concentrações de energia metabolizável (2,08; 2,28; 2,47 e 2,69 Mcal kg<sup>-1</sup> de MS) e ganhos médios diários de 86,60; 120,14; 142,19 e 161,76 g dia<sup>-1</sup>, respectivamente.

O pior desempenho dos ovinos submetidos a 60% de restrição alimentar (20,20 g dia<sup>-1</sup>), em relação aos alimentados à vontade, pode ser justificado pela redução na disponibilidade de energia metabolizável, comprovada pela baixa ingestão de NDT (395,86 g dia<sup>-1</sup>) durante o período de confinamento.

Os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes obtidos para a ração nos diferentes níveis de restrição alimentar, podem ser observados na tabela 4. Foi verificado que o nível de restrição alimentar influenciou apenas a digestibilidade da fibra em detergente neutro e hemicelulose ( $P < 0,05$ ), com maior digestibilidade para os animais recebendo dieta com 60% de restrição alimentar, apresentando valores de 50,46% e 59,34%, respectivamente.

A diminuição do consumo de matéria seca e de nutrientes digestíveis totais (Tabela 2) parece refletir a melhora da digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro e hemicelulose, conforme mostrado na Tabela 4. Isso porque a digestibilidade dos alimentos está relacionada à relação substrato/enzima, e ao tempo de exposição desse substrato aos microrganismos do rúmen (Pancoti et al., 2007), assim, o menor consumo de matéria seca pelos ovinos com 30% e 60% de restrição alimentar, pode ter aumentado o tempo de retenção da dieta, estendendo o tempo de exposição aos microrganismos, e conseqüentemente aumentando a digestibilidade desses nutrientes.

**Tabela 4.** Valores médios dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e, equações de regressão, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e probabilidade (P), em ovinos sob restrição alimentar

Variável	Níveis de restrição (%)			Equação de regressão	$R^2$	Valor P
	0	30	60			
Matéria seca	65,71	66,61	67,69	$\hat{y} = 65,68$	-	0,335
Matéria orgânica	67,05	68,03	69,48	$\hat{y} = 66,98$	-	0,198
Proteína bruta	73,65	73,55	76,62	$\hat{y} = 73,12$	-	0,177
Extrato etéreo	61,12	61,55	61,28	$\hat{y} = 61,24$	-	0,960
FDN	41,45	46,64	50,46	$\hat{y} = 41,68 + 0,1501 \text{ NR}$	0,42	0,023
FDA	42,72	46,95	48,80	$\hat{y} = 44,04$	-	0,245
CHT	65,89	67,31	68,54	$\hat{y} = 65,92$	-	0,176
CNF	88,59	91,60	89,16	$\hat{y} = 89,50$	-	0,770
Celulose	52,41	57,42	56,84	$\hat{y} = 53,34$	-	0,210
Hemicelulose	44,86	48,03	59,34	$\hat{y} = 43,51 + 0,2413 \text{ NR}$	0,65	0,001

$\hat{y}$  = variável dependente; NR = Nível de restrição alimentar entre 0 e 60%; FDN = fibra em detergente neutro, FDA = fibra em detergente ácido, CHT = carboidratos totais e CNF = carboidratos não fibrosos.

O teor de digestibilidade aparente dos carboidratos não fibrosos (89,78%) neste trabalho, foi superior aos reportados por Mouro et al. (2007), de 78,82, em cordeiros da raça Corriedale alimentados com duas fontes de carboidratos (casca de soja ou milho em grão) em duas relações de volumoso:concentrado (40:60 e 30:70). Este resultado mostra que a dieta apresentou uma boa digestibilidade dos carboidratos não fibrosos.

Os valores referentes ao balanço de nitrogênio constam da Tabela 5. O balanço de nitrogênio consiste em importante ferramenta para determinar a eficiência de utilização do nitrogênio pelos ruminantes e suas perdas para o ambiente (Gentil et al., 2007). Nesta pesquisa, o balanço de nitrogênio foi positivo para os diferentes níveis de restrição alimentar.

**Tabela 5.** Balanço aparente de nitrogênio, equações de regressão, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e probabilidade (P), em ovinos sob restrição alimentar

Variável	Níveis de restrição (%)			Equação de regressão	$R^2$	Valor P
	0	30	60			
Nitrogênio ingerido						
g dia <sup>-1</sup>	35,53	23,05	13,17	$\hat{y} = 35,09 - 0,3725NR$	0,96	0,0001
g/kg <sup>0,75</sup> dia <sup>-1</sup>	2,42	1,65	1,02	$\hat{y} = 2,39 - 0,0234NR$	0,95	0,0001
Nitrogênio nas fezes						
g dia <sup>-1</sup>	9,38	6,11	3,08	$\hat{y} = 9,34 - 0,1050NR$	0,89	0,0001
g/kg <sup>0,75</sup> dia <sup>-1</sup>	0,64	0,44	0,24	$\hat{y} = 0,63 - 0,0066NR$	0,86	0,0001
% N ingerido	26,34	26,45	23,38	$\hat{y} = 26,87$	-	0,177
Nitrogênio na urina						
g dia <sup>-1</sup>	7,88	4,75	4,00	$\hat{y} = 7,48 - 0,0645NR$	0,55	0,006
g/kg <sup>0,75</sup> dia <sup>-1</sup>	0,54	0,34	0,30	$\hat{y} = 0,51 - 0,0038NR$	0,50	0,010
% N ingerido	22,25	20,66	30,43	$\hat{y} = 20,36$	-	0,235
Nitrogênio absorvido						
g dia <sup>-1</sup>	26,14	16,94	10,09	$\hat{y} = 25,75 - 0,2674NR$	0,96	0,0001
g/kg <sup>0,75</sup> dia <sup>-1</sup>	1,78	1,21	0,78	$\hat{y} = 1,76 - 0,0167NR$	0,95	0,0001
Nitrogênio retido						
g dia <sup>-1</sup>	18,26	12,20	6,09	$\hat{y} = 18,27 - 0,2028NR$	0,93	0,0001
g/kg <sup>0,75</sup> dia <sup>-1</sup>	1,25	0,87	0,47	$\hat{y} = 1,25 - 0,0129NR$	0,89	0,0001
% N ingerido	51,40	52,89	46,19	$\hat{y} = 52,76$	-	0,358
N retido/N ingerido	0,51	0,53	0,46	$\hat{y} = 0,52$	-	0,355
N retido/ N absorvido	0,70	0,72	0,61	$\hat{y} = 0,72$	-	0,253

$\hat{y}$  = variável dependente; NR = Nível de restrição alimentar entre 0 e 60%.

Verificou-se efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ) da restrição alimentar para as quantidades absolutas de nitrogênio ingerido, absorvido e retido, com maiores valores obtidos pelos animais sem restrição alimentar, de 35,53; 26,14 e 18,26 g dia<sup>-1</sup>, respectivamente. Segundo Kozloski (2002), a quantidade de nitrogênio excretada pelas fezes aumenta com a atividade fermentativa no intestino grosso, devido ao maior aporte de nitrogênio de origem microbiana nas fezes. No entanto, quando comparada à excreção de nitrogênio nas fezes e urina, em valores percentuais, o excretado foi proporcional ao ingerido, não havendo efeito ( $P > 0,05$ ) da restrição alimentar sobre esse parâmetro, ou seja, os percentuais de nitrogênio excretado nas fezes (25,39%) e urina (24,45%) em relação ao nitrogênio ingerido (NI) foram semelhantes para os animais com e sem restrições alimentar.

A excreção de nitrogênio via fezes (25,39% do NI) foi ligeiramente superior à excreção de nitrogênio via urina (24,45% do NI). Também Zeoula et al. (2003), fornecendo a ovinos, rações com 10,9% de PB, contendo diferentes teores de farinha de varredura de mandioca em substituição ao milho, e farelo de soja como fonte de proteína, verificaram maior excreção de nitrogênio fecal (35,3% do NI) em relação à

excreção de nitrogênio via urinária (30,2% do NI). Comportamento semelhante, foi reportado por Moreno et al. (2010) fornecendo a ovinos, silagem de milho ou cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado (60 e 40% da dieta), com excreção de nitrogênio via fezes (40,74% do NI) superior à excreção de nitrogênio via urinária (22,30% do NI).

Todavia, Zeoula et al. (2006) avaliando diferentes teores de PDR e milho moído como fonte de amido em ovinos, notaram que a excreção de nitrogênio via urinária foi de 35,70% do NI, superior à excreção nas fezes, de 20,36% do NI. Da mesma forma, Lavezzo et al. (1996), ao fornecerem fontes de nitrogênio proteico (farelo de soja) e não proteico (uréia) em rações com 15,4% de PB para ovinos, observaram maior excreção de nitrogênio via urinária (52,3% do NI) em relação a excreção fecal (24,4% do NI), concluindo que o menor aproveitamento do nitrogênio retido foi consequência do alto teor de PB e do excesso de amônia resultante da rápida hidrólise ruminal da uréia e da posterior absorção pela parede ruminal, aumentando a excreção de uréia na urina. Van Soest (1994) relata que aumentos na ingestão de nitrogênio estão associados à maior produção de uréia no fígado e à maior excreção de uréia via urina, enquanto o baixo teor de ingestão de nitrogênio conduz a uma redução na excreção de uréia na urina para manutenção do *pool* de uréia plasmática, que está sob controle fisiológico homeostático.

Vê-se então, que as razões entre o nitrogênio excretado pelas vias urinária:fecal observadas nos trabalhos citados demonstraram variações de 0,54 a 2,14:1, que podem ser explicadas pelo teor de PB da dieta, pela fonte de nitrogênio utilizada, pelo teor de PDR, pela presença do carboidrato fermentável, bem como pela quantidade do nitrogênio ingerida. Manatt & Garcia (1992) argumentaram que o equilíbrio entre o nitrogênio excretado e o ingerido pode ser obtido em diferentes níveis de consumo de nitrogênio, mesmo nas situações em que alguns tecidos não estejam recebendo quantidades adequadas de nitrogênio, o que ocorre, provavelmente, porque o metabolismo animal altera as fontes corporais lábeis de nitrogênio, dependendo do nível de consumo do mesmo.

No presente trabalho, as perdas de nitrogênio pelas vias fecal e urinária indicaram que 49,84% do nitrogênio consumido foi perdido nas fezes e urina e que o nitrogênio retido correspondeu a 50,16% do nitrogênio ingerido.

O aumento no consumo de matéria seca (Tabela 2) pelos ovinos, refletiu em maior absorção e retenção de nitrogênio ( $\text{g dia}^{-1}$  e  $\text{g/kg}^{0,75}\text{dia}^{-1}$ ), esse comportamento

pode ser explicado, em parte, pelo maior consumo de concentrado, por fornecer maior concentração e disponibilidade de nitrogênio e carboidratos. Segundo Van Soest (1994), a disponibilidade de carboidratos estimula o uso de amônia para a síntese de aminoácidos e para o crescimento microbiano.

Owens & Zinn (1988) relataram que a retenção de nitrogênio (balanço de nitrogênio) serve como estimativa da deposição de proteína para fatores produtivos, como lã, leite e carne. Dessa maneira, o comportamento no ganho de peso encontrado nos ovinos (Tabela 3), pode ser justificado também, pelo comportamento na retenção de nitrogênio (Tabela 5).

## CONCLUSÕES

A restrição alimentar favorece a uma maior digestibilidade dos carboidratos fibrosos;

A quantidade de nitrogênio excretada nas fezes e urina é proporcional ao nitrogênio ingerido via dieta;

A restrição alimentar reduziu o balanço de nitrogênio dos ovinos;

O uso da restrição alimentar em 30% pode ser uma alternativa, na tentativa de otimizar a produção de ovinos da raça Santa Inês, em períodos de escassez de forragem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GENTIL, R. S.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; NUSSIO, L. G.; MENDES, C. Q.; MOURÃO, G. B. Digestibilidade aparente de dietas contendo silagem de cana-de-açúcar, tratada com aditivo químico ou microbiano para cordeiros. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.29, n.1, p.63-69, 2007.
- HOMEM JUNIOR, A. C.; EZEQUIEL, J. M. B.; GALATI, R. L., GONÇALVES; J. S., SANTOS, V. C.; SATO, R. A. Grãos de girassol ou gordura protegida em dietas com alto concentrado e ganho compensatório de cordeiros em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.563-571, 2010.
- KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 140 pg., 2002.
- LAVEZZO, O. E. N.; LAVEZZO, W.; BURINI, R. C. Efeitos nutricionais da substituição parcial do farelo de soja, em dietas de ovinos. Comparação da digestibilidade aparente, e balanço de nitrogênio com a cinética do metabolismo da n-glicina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.2, p. 282-297, 1996.
- MANATT, M. W.; GARCIA, P. A. Nitrogen balance: concepts and techniques. In: NISSEN, S. **Modern methods in protein nutrition and metabolism**. San Diego, CA: Academic Press, p.9-85, 1992.
- MORENO, G. M. B.; SILVA SOBRINHO, A. G.; LEÃO, A. G.; LOUREIRO, C. M. B.; PEREZ, H. L.; ROSSI, R. C. Desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.853-860, 2010.
- MORON-FUENMAYOR, O. E.; CLAVERO, T. The effect of feeding system on carcass characteristics, non-carcass components and retail cut percentages of lambs. **Small Ruminant Research**, v.34, p.57-64, 1999.
- MOURO, G. F.; BRANCO, A. F.; HARMON, D. L.; RIGOLON, L. P.; CONEGLIAN, S. M. Fontes de carboidratos e porcentagem de volumosos em dietas para ovinos: balanço de nitrogênio, digestibilidade e fluxo portal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.489-498, 2007.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirement of small ruminants: Sheep, goats, cervids and new camelids.** Washington: National Academy Press, 384 pg., 2006.
- OWENS, F. N.; ZINN, R. Protein metabolism of ruminant animals. In: CHURCH, D.C. (Org.). *The ruminant animal.* New York: John Wiley, p. 227-249, 1988.
- PEREIRA FILHO, J. M.; RESENDE, K. T.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; SILVA SOBRINHO, A. G.; ALEJANDRO YÁÑEZ, E. A.; FERREIRA, A. C. D. Efeito da restrição alimentar sobre algumas características de carcaça de cabritos F1 Boer x Saanen. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.2, p.499-505, mar./abr., 2007.
- PANCOTI, C. G.; CAMPOS, M. M.; BORGES, A. L. C. C.; GOMES, S. P.; LAGE, A. D.; SILVA, R. R. Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, e consumo de matéria seca digestível de dietas de cana-de-açúcar sem ou com adição de óxido de cálcio com diferentes níveis de inclusão de uréia em ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007. (CD-ROM).
- PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G., FONTENELE, R. M.; MEDEIROS, A. N.; REGADAS FILHO, J. G. L.; SELAIVE-VILLARROEL, A. B. Características e rendimentos de carcaças e de cortes em ovinos Santa Inês, alimentados com diferentes concentrações de energia metabolizável. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.32, n.4, p.431-437, 2010.
- PEREIRA FILHO, J. M.; RESENDE, K. T.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; SILVA SOBRINHO, A. G.; YÁÑEZ, E. A.; FERREIRA, A. C. D. Efeito da restrição alimentar no desempenho produtivo e econômico de cabritos F1 Boer x Saanen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.188-196, 2005.
- PEREIRA, K. P.; VÉRAS, A. S. C.; FERREIRA, M. A.; BATISTA, Â. M. V.; MARQUES, K. A.; FOTIUS, A. C. A. Balanço de nitrogênio e perdas endógenas em bovinos e bubalinos alimentados com níveis crescentes de concentrado. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.29, n.4, p.433-440, 2007.

- SILVA, N. L.; ARAÚJO FILHO, J. A.; SOUSA, F. B.; ARAÚJO, M. R. A. Pastoreio de curta duração com ovinos em caatinga raleada no sertão cearense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.1, p.135-140, 1999.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 235 pg., 2002.
- SNIFFEN, C. J.; BEVERLY, R. W.; MOONEY, C. S.; ROE, M. B., SKIDMORE, A. L. Nutrient requirement versus supply in dairy cow: strategies to account for variability. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.10, p.3160-3178, 1993.
- SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 70, n.12, p.3562-3577, 1992.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **User's guide to statistics**. Versão 9. Nort Carolina: SAS Institute, 2003.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, end nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P. J.; **Nutritional ecology of de ruminant**. 2ed. London: Comstock Publishing Associates, 476p, 1994.
- WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, p. 61, 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999.
- YAMAMOTO, S. M.; SILVA SOBRINHO, A. G.; VIDOTTI, R. M.; HOMEM JUNIOR, A. C.; PINHEIRO, R. B.; BUZZULINI, C. Desempenho e digestibilidade dos nutrientes em cordeiros alimentados com dietas contendo silagem de resíduo de peixe. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p. 1131-1139, 2007.
- YÁÑEZ, E. A.; RESENDE, K. T.; FERREIRA, Â. C. D.; PEREIRA FILHO, J. M.; SILVA SOBRINHO, A. G.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; MEDEIROS, A. N. Restrição alimentar em caprinos: rendimento, cortes comerciais e composição da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2093-2100, 2006.

ZEOULA, L. M.; CALDAS NETO, S. F.; GERON, L. J. V.; MAEDA, E. M.; PRADO, I. N.; DIAN, P. H. M.; JORGE, J. R. V.; MARQUES, J. A. Substituição do milho pela farinha de varredura de mandioca (*Manihot esculent*, Crantz) em rações de ovinos: consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio e energia e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.491-502, 2003.

ZEOULA, L. M.; FERELI, F.; PRADO, I. N.; GERON, L. J. V.; CALDAS NETO, S. F.; PRADO, O. P. P.; MAEDA, E. M. Digestibilidade e balanço de nitrogênio de rações com diferentes teores de proteína degradável no rúmen e milho moído como fonte de amido em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2179-2186, 2006.

## **CAPÍTULO II**

---

**Características de carcaça de ovinos da raça Santa Inês sob restrição alimentar**

## **Características de carcaça de ovinos da raça Santa Inês sob restrição alimentar**

### **RESUMO**

Com o objetivo de estudar o efeito de três níveis de restrição alimentar sobre as características de carcaça de ovinos da raça Santa Inês, foi desenvolvido um experimento utilizando 24 ovinos, machos não-castrados, com peso vivo inicial médio de 30 kg, confinados em baias individuais, e distribuídos num delineamento inteiramente casualizado, com três níveis de restrição alimentar (0, 30 e 60%). Foram avaliados os rendimentos biológico, comercial e da carcaça quente, perda por resfriamento, medidas morfológicas, cortes comerciais e medidas de avaliação do lombo. A restrição alimentar não afetou os rendimentos biológico, comercial e da carcaça quente, bem como a perda por resfriamento. A conformação da carcaça, gordura pélvico-renal, largura do anterior, largura torácica, largura e perímetro da garupa, comprimento da perna, profundidade do tórax e compacidade da carcaça foram influenciados pela restrição alimentar. A soma entre as proporções dos cortes de maior valor comercial não foi afetada pela restrição alimentar. Considerando o lombo, houve efeito da restrição alimentar para o marmoreio, textura, espessura máxima de gordura de cobertura e área de olho de lombo. A restrição alimentar moderada não afetou a qualidade da carcaça de ovinos Santa Inês.

**Termos para indexação:** área de olho de lombo, cortes comerciais, dieta, pequenos ruminantes.

## **Carcass characteristics of race of Santa Ines sheep under food restriction**

### **ABSTRACT**

In order to study the effect of three levels of dietary restriction on carcass characteristics of Santa Ines sheep, was developed an experiment using 24 sheep, non-castrated males, with initial weight of 30 kg, were confined in stalls individual, and distributed in a completely randomized design with three levels of food restriction (0, 30 and 60%). We evaluated the biological yield, hot commercial and carcass, loss by cooling, measures morphological, commercial cuts and measures for evaluating the loin. The Food restriction did not affect the biological yield, commercial and hot carcass, as well as the loss by cooling. The carcass conformation, fat-renal pelvis, width of the previous, chest width, width and girth of the croup, leg length, chest depth and compactness of the carcass were influenced by food restriction. The sum of the proportions of cuts of higher commercial value was not affected by food restriction. Considering the loin, was no effect of food restriction for marbling, texture, maximum thickness of fat cover and loin eye area. The moderate food restriction did not affect carcass quality of sheep Santa Ines.

**Index terms:** commercial cuts, diet, loin eye area, small ruminants.

## INTRODUÇÃO

A ovinocultura apresenta grande expressão econômica e social na Região Nordeste, incluindo-se entre as atividades com possibilidade de viabilização em sistemas de sequeiro, em especial, em terras pouco agricultáveis. Contudo, a sazonalidade do período chuvoso e as secas periódicas na região semiárida, ocasionam redução na oferta de alimentos, promovendo efeitos negativos sobre a produção.

A alimentação, por representar o principal componente dos custos da produção, tem feito com que aumentasse a busca por alternativas que reduzissem esses custos sem afetar a qualidade da carcaça, aumentando conseqüentemente, a rentabilidade do sistema. Na tentativa de viabilizar o sistema de produção, diversos pesquisadores têm testado algumas alternativas, como a substituição de concentrado por volumoso (Moron-Fuenmayor & Clavero, 1999), diferentes concentrações de energia metabolizável (Pereira et al., 2010), níveis crescentes de suplementação protéica (Atti et al., 2004) e níveis crescentes de restrição alimentar (Yáñez et al., 2006).

Yáñez et al. (2006), avaliando o efeito da restrição alimentar sobre as características de carcaça de caprinos, verificaram que o rendimento da carcaça e a proporção dos cortes de maior valor comercial não foi afetada pela restrição moderada (30%), levando-os a conclusão de que a restrição alimentar moderada pode ser uma ferramenta para reduzir o custo de produção, sem afetar o rendimento e a qualidade da carcaça.

A restrição alimentar é utilizada na produção de ovinos como alternativa mais econômica, no entanto, esse objetivo confronta com a necessidade de evitar a diminuição na qualidade da carcaça, tornando-se necessária a determinação de um ponto de equilíbrio que promova maior retorno econômico para o produtor.

Pereira et al. (2010) destacaram que, além do conhecimento da composição bromatológica dos alimentos disponíveis e das exigências nutricionais do animal, a avaliação das características da carcaça e cortes comerciais dos animais utilizados nos sistemas de produção, é uma condição essencial para a maximização no desempenho produtivo do rebanho.

O Brasil apresenta um grande potencial para a produção de carne ovina, demonstrando um crescimento no mercado comercial, no entanto, do ponto de vista da qualidade da carcaça e do crescimento relativo dos cortes comerciais, existe a necessidade de mais estudos para se estabelecer esses padrões de acordo com a realidade de cada região.

Esse trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito de três níveis de restrição alimentar sobre as características de carcaça de ovinos da raça Santa Inês.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido de fevereiro a maio de 2010, nas instalações para pequenos ruminantes do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande, localizada no município de Patos, PB. Cujo clima local, é classificado como quente e seco, tendo duas estações bem definidas (seca e chuvosa), com precipitação, temperatura e umidade relativa médias anuais de 500 mm, 29°C e 60%, respectivamente.

Foram utilizados 24 ovinos da raça Santa Inês, machos não-castrados, com peso vivo inicial médio de 30 kg, identificados, pesados e tratados contra endo e ectoparasitas. Em seguida, foram alojados em baias individuais (1,0 m<sup>2</sup>), com piso ripado suspenso, contendo comedouro e bebedouro, distribuídas em um galpão com piso de concreto e cobertura de telhas de amianto.

Os animais foram submetidos a um período de dez dias de adaptação, no qual receberam alimentação à vontade, calculada conforme a quantidade de sobras referente ao dia anterior, mantida em torno de 15%. Esses foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos e oito repetições. Os tratamentos foram definidos em função do nível de ingestão da dieta experimental, sendo pré-estabelecidos da seguinte forma: TR0 = alimentação à vontade ou 0% de restrição alimentar, TR30 = 30% de restrição alimentar e TR60 = 60% de restrição alimentar, com oito animais por tratamento. À medida que os animais atingiram 30 kg de peso corporal, formaram-se grupos de três animais, sendo um para cada tratamento, dando-se início a fase experimental. Iniciada a fase experimental, o ajuste de 15% das

sobras foi considerado apenas para os animais com alimentação à vontade, a partir da qual foram calculadas as quantidades de ração fornecidas aos demais animais dos tratamentos com 30% e 60% de restrição alimentar.

Foram realizadas análises laboratoriais para determinação da composição bromatológica da dieta experimental (Tabela 1), que foi formulada conforme o NRC (2007), para ganho de peso corporal de 250 g dias<sup>-1</sup> para os animais sem restrição alimentar.

**Tabela 1.** Participação dos ingredientes e composição química da ração experimental

<b>Ingredientes</b>	<b>g/kg de matéria seca</b>
Farelo de soja	235,0
Milho moído	289,9
Feno de Capim Elefante ( <i>Pennisetum purpureum</i> )	450,0
Calcário calcítico	11,9
Fosfato bicálcico	3,2
Sal mineral comercial	10,0
<b>Composição química (g/kg)</b>	
Matéria seca	928,7
Matéria mineral	80,1
Proteína bruta	146,4
Extrato etéreo	33,9
Fibra em detergente neutro	458,4
Fibra em detergente ácido	339,6
Lignina	97,2
FDN <sub>CP</sub> <sup>1</sup>	417,9
Carboidratos Totais	726,8
Carboidratos não fibrosos	308,9
Nutrientes digestíveis totais	632,0
Cálcio	22,5
Fósforo	11,4
Potássio	13,4
Magnésio	04,1

<sup>1</sup>Fibra em detergente neutro corrigida pra cinzas e proteína.

A ração, composta de 45% de volumoso e 55% de concentrado, foi constituída de feno de Capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), com idade média de 60 dias de rebrota, farelo de soja, farelo de milho, calcário calcítico, fosfato bicálcico e núcleo mineral. Sendo fornecida diariamente, as 8:00 e 16:00h, em forma de ração completa. O fornecimento foi de 4% do peso corporal, com base na MS, para os animais do tratamento R0%, ajustado diariamente de forma que estes desfrutassem de um consumo voluntário. Considerando os animais dos tratamentos TR30 e TR60, estes tiveram um

fornecimento de ração baseado no consumo de MS efetuado pelos animais sem restrição alimentar, recebendo 70% e 40%, respectivamente, do consumido pelos animais do tratamento TR0.

Os animais foram pesados ao início, e a cada sete dias durante o experimento, com pesagens intermediárias, à medida que o peso corporal aproximava-se do peso pré-estabelecido para o abate. Quando os animais do tratamento sem restrição alimentar atingiram o peso corporal de abate (aproximadamente 45 kg), os grupos foram abatidos, após serem submetidos a jejum de sólidos e líquido por 18 horas, com pesagens antes e após o jejum, para obtenção, respectivamente, do peso corporal ao abate (PCA) e do peso em jejum (PJ).

O abate foi realizado por atordoamento, seguido de sangria por aproximadamente cinco minutos, com corte da carótida e jugular. Posteriormente, foi feita a esfolagem e evisceração, seguidas da retirada da cabeça (com secção na articulação atlanto-occipital) e as patas (secção nas articulações carpo e tarsometatarsianas) para registro do peso da carcaça quente, estando incluídos rins e gordura pélvico-renal.

O trato gastrointestinal foi pesado cheio e depois de esvaziado e lavado, para obtenção do PCV ( $PCV = PJ - \text{conteúdo dos trato gastrointestinal, bexiga e vesícula biliar}$ ), visando determinar o rendimento biológico ( $RB = PCQ/PCV*100$ ). Após evisceração, as carcaças foram pesadas para obtenção do peso (PCQ) e rendimento da carcaça quente ( $RCQ = PCQ/PJ*100$ ) e, colocadas em câmara frigorífica com temperatura de 4°C, onde permaneceram por 24 horas, suspensas pelos tendões calcâneos dos jarretes, com o auxílio de ganchos apropriados para manutenção das articulações tarso-metatarsianas, mantidas a uma distância de aproximadamente 12 cm.

Ao término desse período, obteve-se o peso da carcaça fria (PCF), calculando-se assim, a porcentagem de perda de peso por resfriamento ( $PPR = (PCQ-PCF)/PCQ*100$ ) e o rendimento comercial ( $RC=PCF/PJ*100$ ). Em seguida, determinou-se subjetivamente, segundo metodologia descrita por Cezar & Sousa (2007), a conformação da carcaça, atribuindo-se nota de 1 (ruim) a 5 (excelente), com escala de 0,25; acabamento, com notas de 1 (muito magra) a 5 (muito gorda), com escala de 0,25; e gordura pélvico-renal, com notas de 1 (pouca gordura) a 3 (muita gordura), com escala de 0,25. E, depois de retirados e registrados os pesos dos rins e gordura pélvico-renal, foram tomadas as medidas de comprimento externo da carcaça, largura do anterior,

largura torácica, largura da garupa, perímetro da perna e perímetro da garupa, comprimento interno da carcaça, comprimento da perna, profundidade do tórax e calculado o índice de compacidade da carcaça (relação entre o peso da carcaça fria e o comprimento interno da carcaça), como descritas por Cezar e Sousa (2007).

As medidas de comprimento, perímetro e profundidade foram tomadas com auxílio de fita métrica, e as medidas de largura, com auxílio de um paquímetro.

As carcaças resfriadas foram divididas longitudinalmente, sendo a metade esquerda seccionada em cinco regiões anatômicas (cortes comerciais) conforme sugerido por Cezar e Sousa (2007) e pesadas individualmente para determinação das porcentagens que representam do todo. Foram obtidos os seguintes cortes comerciais: pescoço, compreendendo a região anatômica das sete vértebras cervicais, sendo obtido através de um corte oblíquo, entre a sétima vértebra cervical e a primeira torácica; paleta, compreendendo a escápula, úmero, rádio, ulna e carpo, sendo obtido com a desarticulação da escápula; costilhar, compreendendo as 13 vértebras torácicas e 13 costelas, seccionada entre a última vértebra cervical e a primeira torácica, e a última torácica e a primeira lombar; lombo, compreendendo as seis vértebras lombares, sendo seccionado entre a última vértebra torácica e a primeira lombar, e a última vértebra lombar e a primeira sacral; e perna, compreendendo metade do sacro, metade do coxal (ísquio, ílio e púbis), fêmur, paleta, tíbia, fíbula e ossos társicos, seccionando-se entre a última vértebra lombar e a primeira sacral.

Na porção dorsal do músculo *Longissimus lumborum*, na altura da 13<sup>a</sup> vértebra torácica, utilizando paquímetro, foram efetuadas as medidas GR (espessura máxima de gordura de cobertura sobre o músculo a onze centímetros da linha dorso-lombar) e EGS (espessura da gordura subcutânea), bem como observadas a coloração do músculo, atribuindo nota de 1 (rosa clara) a 5 (vermelho escuro); o marmoreio, atribuindo notas de 1 (inexistente) a 5 (excessivo) e textura, atribuindo notas de 1 (muito grossa) a 5 (muito fina). Por fim, foi determinada a área de olho do lombo, utilizando um lápis (marcador para retro projetor) contornando a área de olho de lombo sob uma folha de transparência, sendo esta posteriormente scaneada e determinada sua área com auxílio do Software AutoCAD, segundo metodologia descrita por Cezar e Sousa (2007).

As médias dos dados coletados foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, efetuando-se análise de regressão das diferentes variáveis em função da restrição alimentar, utilizando o SAS (2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes à restrição alimentar, ao ganho de peso médio diário, ao ganho de peso proporcional dos animais submetidos à restrição, em relação aos animais alimentados à vontade, e dados de peso vivo ao abate, estão apresentados na Tabela 2, onde foi observado maior ganho de peso médio diário para os animais sem restrição alimentar, proporcionando a esses atingirem maior peso ao abate num mesmo período de tempo quando comparados aos animais dos demais tratamentos.

Verificou-se que as variáveis peso em jejum, peso do corpo vazio, peso da carcaça quente e peso da carcaça fria sofreram efeito de tratamento ( $P < 0,05$ ), onde os animais sem restrição alimentar apresentaram valores superiores quando comparados aos animais com restrição de 30 e 60% (Tabela 3). Essa diferença pode ser explicada pelo maior consumo de MS, proporcionando aos animais sem restrição, um maior aporte de nutrientes e, conseqüentemente, melhor desempenho.

**Tabela 2.** Valores médios para o ganho de peso médio diário, ganho de peso proporcional dos animais submetidos à restrição alimentar em relação aos animais alimentados à vontade, peso corporal ao abate e probabilidade, referente à ovinos sob restrição alimentar

Tratamentos	Ganho de peso		Peso corporal ao abate
	(g dia <sup>-1</sup> )	(%)	(kg)
0% de restrição	247,54	100	45,19
30% de restrição	132,83	53,66	39,31
60% de restrição	12,41	5,01	32,32
Valor P	0,0001	-	0,0001

Para Ganho de Peso (g dia<sup>-1</sup>),  $\hat{y} = 247,18 - 3,7889NR$  ( $R^2=84$ ); e Peso corporal ao abate,  $\hat{y} = 45,37 - 0,2145NR$  ( $R^2=0,90$ ).

Observa-se ainda, na Tabela 3, que houve decréscimo de 0,62 e 0,53 kg no peso da carcaça quente e 0,60 e 0,52 kg no peso da carcaça fria, para cada quilograma de redução do peso em jejum, em relação aos animais do tratamento com 30 e 60% de restrição alimentar, respectivamente.

Estudos realizados por Lloyd et al. (1980) e Kemp et al. (1981), demonstraram que maior peso ao abate reflete maior peso de carcaça e aumento no rendimento da carcaça, entretanto, a redução no PJ dos ovinos em estudo, de 42,83 kg para 31,11 kg, não promoveu nenhum decréscimo nos rendimentos biológico, comercial, de carcaça quente e perdas por resfriamento, tendo em vista que não foi observada influência ( $P>0,05$ ) da restrição alimentar para essas variáveis (Tabela 3).

De acordo com Mattos et al. (2006), o rendimento do animal depende também do desenvolvimento dos não constituintes da carcaça e dos fatores que o influenciam como, alimentação, duração do jejum, desenvolvimento do trato gastrintestinal e idade e, conseqüentemente, tem efeito sobre o rendimento da carcaça. Neste trabalho, o efeito da restrição alimentar sobre o peso em jejum e peso do corpo vazio não foi suficiente para refletir sobre os rendimentos biológico e comercial.

As perdas por resfriamento, decorrentes das perdas em umidade da carcaça e reações químicas ocorridas no músculo, durante o processo de resfriamento (Kirton, 1986), também não foram influenciadas ( $P>0,05$ ) pelo nível de alimentação (Tabela 3). De forma geral, os índices de perda por resfriamento estão em torno de 2,5%, podendo ocorrer oscilações entre 1 e 7%, de acordo com a uniformidade da cobertura de gordura na carcaça, o sexo, peso corporal, temperatura e umidade da câmara fria (Martins et al., 2000). Contudo, os índices de perda por resfriamento encontrados neste experimento foram menores que os de 4,91; 4,30 e 3,34% observados por Siqueira et al. (2001), em ovinos abatidos aos 28, 36 e 40 kg de pesos corporais, respectivamente, o que pode ser atribuído, possivelmente, à melhor distribuição de gordura nas carcaças dos ovinos deste experimento.

**Tabela 3.** Valores médios do peso em jejum (PJ), peso do corpo vazio (PCV), peso de carcaça quente (PCQ), peso de carcaça fria (PCF), dos rendimentos biológicos (RB), comercial (RC) e de carcaça quente (RCQ), perda por resfriamento (PR), equações de regressão, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e probabilidade (P) referentes à carcaça de ovinos sob restrição alimentar

Variável	Níveis de restrição (%)			Equação de regressão	$R^2$	Valor P
	0	30	60			
<b>PJ(kg)</b>	42,83	37,81	31,11	$\hat{y} = 43,11 - 0,1953NR$	0,87	0,0001
<b>PCV(kg)</b>	36,89	31,93	26,41	$\hat{y} = 36,99 - 0,1747NR$	0,87	0,0001
<b>PCQ(kg)</b>	21,74	18,64	15,57	$\hat{y} = 21,73 - 0,1027NR$	0,80	0,0001
<b>PCF(kg)</b>	21,13	18,09	15,06	$\hat{y} = 21,13 - 0,1011NR$	0,80	0,0001
<b>RB(%)</b>	58,91	58,34	58,94	$\hat{y} = 58,72$	-	0,9734
<b>RC(%)</b>	49,36	47,81	48,45	$\hat{y} = 49,00$	-	0,5004
<b>RCQ(%)</b>	50,78	49,27	50,09	$\hat{y} = 50,40$	-	0,6034
<b>PR(%)</b>	2,80	2,98	3,28	$\hat{y} = 2,78$	-	0,0558

$\hat{y}$  = variável dependente; NR = Nível de restrição alimentar entre 0 e 60%.

As médias, equações de regressão, coeficientes de determinação e coeficientes de variação para conformação, acabamento, gordura pélvico-renal e medidas morfológicas da carcaça estão demonstradas na Tabela 4. A quantidade de gordura de cobertura (acabamento) e sua localização são fatores que podem influenciar na conformação da carcaça, no entanto, neste estudo, apesar de não ter sido observada diferenças significativa ( $P > 0,05$ ) nas notas atribuídas para acabamento, a conformação da carcaça dos ovinos foi influenciada ( $P < 0,05$ ) pela restrição alimentar, apresentando comportamento linear decrescente com o aumento da restrição.

Segundo Cezar e Sousa (2007), a apreciação visual da gordura pélvico-renal apresenta alta correlação com a gordura total da carcaça. Na carcaça dos ovinos em estudo, foi verificado ( $P < 0,05$ ) redução da gordura pélvico-renal, em função da restrição alimentar (Tabela 4).

Assim como o ACB, também não foi observado efeito ( $P > 0,05$ ) dos tratamentos para comprimento externo da carcaça, perímetro da perna e comprimento interno da carcaça, com valores médios de 56,79; 40,79 e 63,68 cm, respectivamente (Tabela 4).

Verifica-se ainda, na Tabela 4, que com o aumento da restrição alimentar, houve diminuição linear na largura do anterior, largura torácica, largura da garupa, perímetro da garupa, comprimento da perna e profundidade torácica ( $P < 0,05$ ). Essas medidas lineares realizadas na carcaça são formas indireta e econômica de avaliação de carcaças de ovinos. Porém, devem ser utilizadas em conjunto, originando combinações que possibilitem estabelecer índices que permitem ajustar os dados, e assim compará-las.

O índice de compacidade, que estima a musculosidade pela relação entre o peso da carcaça fria e seu comprimento interno, tem sido utilizado (Yáñez et al., 2004, 2006; Dantas et al., 2008) para estimar objetivamente a conformação da carcaça. A compacidade da carcaça dos ovinos Santa Inês, do presente experimento, diminuiu com o aumento da restrição alimentar ( $P < 0,05$ ), o que pode ser explicado pelas variações nos pesos das carcaças, visto que o comprimento interno não variou com os níveis de restrição alimentar (Tabela 4). Siqueira et al. (2001), observaram compacidade da carcaça superior para animais abatidos com maior peso, o que foi verificado também neste trabalho, onde os animais sem restrição alimentar apresentaram maior compacidade que os animais do tratamento com 30%, seguidos pelos animais do tratamento com 60% de restrição alimentar, apresentando maiores pesos, indicando maior deposição de tecido muscular e adiposo, em decorrência, provavelmente do maior aporte de nutrientes na dieta dos animais sem restrição alimentar, e de restrição moderada (30%).

**Tabela 4.** Valores médios de conformação (CONF), acabamento (ACB), gordura pelvico renal (GPR), comprimento externo da carcaça (CEC), largura do anterior (LANT), largura do tórax (LTRX), largura da garupa (LGAR), perímetro da perna (PPER), perímetro da garupa (PGAR), comprimento interno da carcaça (CIC), comprimento da perna (CPER), profundidade do tórax (PFTRX), compacidade da carcaça (COMPC), equações de regressão, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e probabilidade (P), de ovinos sob restrição alimentar

Variável	Níveis de restrição (%)			Equação de regressão	$R^2$	Valor P
	0	30	60			
CONF <sup>1</sup>	3,09	2,91	2,50	$\hat{y} = 3,13 - 0,0099 \text{ NR}$	0,42	0,0006
ACB <sup>2</sup>	2,66	2,66	2,31	$\hat{y} = 2,71$	-	0,1314
GPR <sup>3</sup>	2,50	2,28	1,97	$\hat{y} = 2,51 - 0,0088 \text{ NR}$	0,16	0,4950
CEC (cm)	58,87	56,69	54,81	$\hat{y} = 58,82$	-	0,2582
LANT (cm)	19,00	17,25	16,25	$\hat{y} = 18,87 - 0,0458 \text{ NR}$	0,63	0,0001
LTRX (cm)	23,19	22,62	20,87	$\hat{y} = 23,38 - 0,0385 \text{ NR}$	0,62	0,0001
LGAR (cm)	24,75	23,81	23,31	$\hat{y} = 24,68 - 0,0239 \text{ NR}$	0,39	0,0010
PPER (cm)	42,00	41,06	39,31	$\hat{y} = 42,13$	-	0,1030
PGAR (cm)	67,06	63,50	61,31	$\hat{y} = 66,83 - 0,0958 \text{ NR}$	0,59	0,0001
CIC (cm)	64,87	64,50	61,69	$\hat{y} = 65,28$	-	0,0532
CPER (cm)	44,12	42,95	41,37	$\hat{y} = 44,19 - 0,0458 \text{ NR}$	0,40	0,0008
PFTRX (cm)	28,81	27,94	26,31	$\hat{y} = 28,94 - 0,0417 \text{ NR}$	0,56	0,0001
COMPC (kg/cm)	0,33	0,28	0,24	$\hat{y} = 0,32 - 0,0014 \text{ NR}$	0,73	0,0001

$\hat{y}$  = variável dependente; NR = Nível de restrição alimentar entre 0 e 60%.

Os pesos e os rendimentos dos cortes comerciais apresentados na Tabela 5 demonstram que as diferenças observadas entre tratamentos no peso da carcaça fria (Tabela 3), refletiram no peso dos cortes, quando expressos em valores absolutos, com maiores pesos de pescoço, paleta, costilhar, lombo e perna ( $P < 0,05$ ) para os animais do tratamento sem restrição alimentar, seguidos do tratamento com restrição moderada (30% de restrição). Comportamento semelhante foi reportado por Yáñez et al. (2006) e Pereira Filho et al. (2007) que, ao avaliarem os cortes comerciais de caprinos submetidos aos mesmos níveis de restrição alimentar adotados neste trabalho, observaram diminuição linear do peso de todos os cortes em função do aumento da restrição, refletindo as diferenças observadas no peso vivo em jejum dos animais para os diferentes tratamentos.

As diferenças de peso obtidas para os cortes, entre os tratamentos, possivelmente estão refletindo, em maior proporção, o maior crescimento de músculos nos animais sem restrição alimentar, e com restrição moderada, visto que a gordura apresenta crescimento tecidual lento e o tecido ósseo, mais precoce. Os resultados obtidos para peso dos diferentes cortes indicam que a restrição alimentar proporciona menor peso de carcaça, o que pode estar relacionado ao aumento na participação de tecido muscular no tratamento com restrição moderada (30%), e tecido muscular e adiposo no tratamento sem restrição (0%), indo de encontro com a ordem de prioridade de deposição dos tecidos sugerida por Boggs et al. (1998), sendo primeiro o osso, seguido pelo tecido muscular e adiposo.

Pilar et al. (2002), destacaram que os distintos cortes que compõem a carcaça, possuem diferentes valores econômicos e sua proporção constitui um importante índice para a avaliação comercial da mesma. Entretanto, podem ocorrer grandes variações nesses valores em função de fatores como, espécie, genética, idade, sexo, peso corporal, dieta e número de horas em jejum.

Considerando a avaliação da participação proporcional dos cortes em relação ao peso da meia carcaça fria e reconstituída (Tabela 5), evidenciou-se que apenas o lombo foi influenciado ( $P < 0,05$ ) pelos níveis de restrição alimentar, o que confirma a lei da harmonia anatômica (Boccard e Dumont, 1960) em que carcaças com pesos diferentes refletem em cortes com pesos variados, no entanto, em proporções relativas, a variação na carcaça nem sempre implica em diferenças no peso das regiões corporais, o que pode

estar associado a possíveis diferenças no crescimento dos tecidos, principalmente, muscular e adiposo.

Gonzaga Neto et al. (2006), trabalhando com diferentes níveis de concentrado (30, 45 e 60%) na dieta de ovinos deslanados em confinamento, também observaram que apenas o rendimento do lombo em relação a meia carcaça, sofreu efeito linear crescente em função dos níveis de concentrado.

As maiores porcentagens do lombo foram verificadas na carcaça dos animais do tratamento sem restrição alimentar, seguidos dos animais do tratamento com restrição moderada (Tabela 5). Cezar & Sousa (2007), destacaram que cortes de desenvolvimento tardio como o lombo, tem seu peso incrementado, proporcionalmente, à medida que o peso da carcaça aumenta.

De forma geral, a meia carcaça dos ovinos Santa Inês foi representada, em ordem de maior proporção, pela perna (30,46%), costilhar (26,28%), paleta (18,59%), lombo (14,32%) e pescoço (10,35%). Constatando assim, que a perna, que é considerado corte mais nobre de carcaças ovinas, contribuiu com o maior rendimento, possivelmente em virtude da maior quantidade de tecido muscular em relação aos demais.

Como os cortes obtidos da carcaça variam de qualidade, em função da região da carcaça de onde ele foi extraído, eles guardam estreita relação com o seu valor comercial, ou seja, os diferentes cortes que compõem a carcaça possuem diferentes valores econômicos e a proporção dos mesmos se constitui em um importante fator na determinação do valor comercial da carcaça (Cezar & Sousa, 2007). Considerando então, a soma da porcentagem dos cortes de maior valor comercial (paleta, lombo e perna) no mercado local, não houve diferença entre os tratamentos em função da restrição alimentar ( $P > 0,05$ ), representando em média, 63,37% da carcaça fria. Dessa forma, pode-se dizer que os ovinos, mesmo submetidos à restrição alimentar, apresentaram boa distribuição proporcional dos cortes comerciais.

**Tabela 5.** Valores médios dos pesos absolutos dos cortes comerciais e de seus rendimentos em relação à meia carcaça, equações de regressão, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e probabilidade (P), em ovinos sob restrição alimentar

Variável	Níveis de restrição (%)			Equação de regressão	$R^2$	Valor P
	0	30	60			
Pescoço (kg)	1,00	0,89	0,77	$\hat{y} = 1,00 - 0,0037 \text{ NR}$	0,23	0,0162
Paleta (kg)	1,82	1,58	1,37	$\hat{y} = 1,81 - 0,0075 \text{ NR}$	0,76	0,0001
Costilhar (kg)	2,62	2,31	1,85	$\hat{y} = 2,65 - 0,0129 \text{ NR}$	0,63	0,0001
Lombo (kg)	1,48	1,26	0,96	$\hat{y} = 1,50 - 0,0089 \text{ NR}$	0,77	0,0001
Perna (kg)	2,98	2,60	2,25	$\hat{y} = 2,98 - 0,0122 \text{ NR}$	0,67	0,0001
Pescoço (%)	10,08	10,26	10,70	$\hat{y} = 10,04$	-	0,5075
Paleta (%)	18,38	18,36	19,02	$\hat{y} = 18,26$	-	0,3280
Costilhar (%)	26,43	26,72	25,70	$\hat{y} = 26,65$	-	0,4442
Lombo (%)	14,98	14,61	13,36	$\hat{y} = 15,13 - 0,0270 \text{ NR}$	0,37	0,0016
Perna (%)	30,12	30,04	31,21	$\hat{y} = 29,91$	-	0,2005
Paleta+Lombo+Perna(%)	63,49	63,02	63,59	$\hat{y} = 63,31$	-	0,1827

$\hat{y}$  = variável dependente; NR = Nível de restrição alimentar entre 0 e 60%.

As medidas de avaliação do lombo dos ovinos são demonstradas na Tabela 6, sendo constatado que não houve efeito ( $P > 0,05$ ) da restrição alimentar para as variáveis cor e espessura da gordura subcutânea.

Foi verificada influência ( $P < 0,05$ ) da restrição alimentar sobre o marmoreio, com maiores notas atribuídas para os animais do tratamento sem restrição alimentar, seguidos dos animais com restrição moderada, o que pode ser justificado pelo peso do animal ao abate, visto que o grau de estriamento do músculo varia de baixo a alto, tornando-se mais elevado com o incremento do peso do animal abatido (Cezar & Sousa, 2007).

Considerando a variável textura, verificou-se melhor textura ( $P < 0,05$ ) para a carne dos animais submetidos ao maior nível de restrição, sendo constatado um comportamento inversamente proporcional ao marmoreio, ou seja, a carne mais magra, dos ovinos Santa Inês, apresentou menor marmoreio e maior textura.

Levando-se em conta, que a gordura intramuscular (marmoreio), indiretamente torna a carne mais suculenta e a textura é um fator determinante em sua maciez (Cezar & Sousa, 2007), pode-se dizer que ovinos submetidos à restrição alimentar moderada possivelmente, originem uma carne mais apreciada, tendo em vista, a importância dessas duas características, na escolha desse produto pelo consumidor.

A espessura máxima (GR) de gordura sobre o *Longissimus lumborum*, com a qual se objetiva prever a quantidade de gordura subcutânea presente na carcaça, diminuiu linearmente ( $P < 0,001$ ) em função do nível de restrição alimentar,

apresentando maiores valores para o tratamento sem restrição. De acordo com Cezar & Sousa (2007), a espessura da medida GR considerada como ideal é de 7 a 12 mm. Evidenciou-se então, que com base na medida GR, a carcaça dos animais submetidos aos dois níveis de restrição alimentar, apresentaram-se dentro da faixa ideal de acabamento, já a dos animais sem restrição alimentar, excessivamente acabada. Considerando que o custo de produção de gordura é maior do que para produção de músculo, a restrição moderada torna-se mais eficiente neste aspecto.

A restrição alimentar promoveu redução ( $P < 0,05$ ) da área de olho de lombo, que foi maior para os animais alimentados sem restrição alimentar, seguidos pelos animais do tratamento com restrição moderada. Yáñez et al. (2006), constataram comportamento semelhante, com redução linear da área de olho de lombo em caprinos submetidos aos mesmos níveis de restrição alimentar adotados deste trabalho.

Osório et al. (2002), destacam que a área de olho de lombo, é um dos parâmetros que auxiliam na avaliação do grau de rendimento muscular em cortes desossados na carcaça. Portanto, os dados indicam que os animais procedentes do tratamento sem restrição alimentar podem apresentar maior rendimento de músculos na carcaça, seguidos dos animais de restrição moderada.

**Tabela 6.** Valores médios das medidas de avaliação do lombo, equações de regressão, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e probabilidade (P), de ovinos sob restrição alimentar

Variável	Níveis de restrição (%)			Equação de regressão	$R^2$	Valor de P
	0	30	60			
Cor <sup>1</sup>	4,62	4,56	4,37	$\hat{y} = 4,64$	-	0,1106
MARM <sup>2</sup>	1,55	1,49	1,11	$\hat{y} = 1,60 - 0,0073 \text{ NR}$	0,21	0,0245
TEX <sup>3</sup>	4,12	4,31	4,56	$\hat{y} = 4,11 + 0,0073 \text{ NR}$	0,23	0,0178
EGS <sup>4</sup> (mm)	2,07	1,90	1,34	$\hat{y} = 2,08$	-	0,1008
GR <sup>5</sup> (mm)	13,18	10,84	8,62	$\hat{y} = 13,16 - 0,0760 \text{ NR}$	0,40	0,0009
AOL (cm <sup>2</sup> )	14,63	13,13	12,04	$\hat{y} = 14,56 - 0,0432 \text{ NR}$	0,20	0,0290

$\hat{y}$  = variável dependente; NR = Nível de restrição alimentar entre 0 e 60%; MARM = marmoreio, TEX = textura, EGS = espessura da gordura subcutânea, GR = espessura máxima de gordura de cobertura sobre o perfil do lombo e AOL = área de olho de lombo.

Os resultados obtidos com as medidas de adiposidade (ACB, EGS, GR e GPR) e marmoreio da carcaça permitem inferir que o regime nutricional em ovinos, da raça Santa Inês, teve influência na quantidade de gordura depositada, mas não em sua distribuição na carcaça.

A restrição alimentar moderada (30%) pode se tornar uma boa alternativa para o produtor, quando se deseja a obtenção de carcaças de boa qualidade, com bom rendimento e menor participação de gorduras. No entanto, o que vai determinar o uso ou não de restringir a alimentação e o nível a ser utilizado são o custo de produção e a preferência dos consumidores.

## CONCLUSÕES

A restrição alimentar não afeta os rendimentos biológico, comercial, de carcaça quente e dos cortes de maior valor comercial, de ovinos Santa Inês.

A restrição alimentar de 30% pode ser utilizada, na tentativa de reduzir os custos com a produção, sem afetar o rendimento e a qualidade da carcaça de ovinos da raça Santa Inês.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- ATTI, N.; ROUISSI, H.; MAHOUACHI, M. The effect of dietary crude protein level on growth, carcass and meat composition of male goat kids in Tunisia. **Small Ruminant Research**, v.54, n.4, p.89-97. 2004.
- BOCCARD , R., DUMONT, B.L. 1960. Etude de la production de la viande chez les ovins. II variation de l'importance relative des differents régions corporelles de l'agneau de boucherie. **Annales de Zootechnie**, v.9, n.4, p.355-365.
- BOGGS, D. L.; MERKEL, R. A.; DOUMIT, M. E. **Livestock and carcasses: an integrated approach to evaluation, grading and selection**. Kenda: Hunt, 1998. 329 p.
- CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. **Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação**. Uberaba: Agropecuária Tropical, 2007. 232p.
- DANTAS, A. F.; PEREIRA FILHO, J. M.; SILVA, A. M. de A.; SANTOS, E. M. dos; SOUSA, B. B.; CÉZAR, M. F. Características da carcaça de ovinos Santa Inês terminados em pastejo e submetidos a diferentes níveis de suplementação. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.4, p.1280-1286, jul./ago., 2008.
- GONZAGA NETO, S.; SILVA SOBRINHO, A. G.; ZEOLA, N. M. L.; MARQUES, C. A. T.; SILVA, A. M. A.; PEREIRA FILHO, J. M.; FERREIRA, A. C. D. Características quantitativas da carcaça de cordeiros deslanados Morada Nova em função da relação volumoso:concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.4, p.1487-1495, 2006.
- KEMP, J. D.; MAHYUDDIN, M.; ELY, D. G. Effect of feeding systems, slaughter and sex on organoleptic properties, and fatty acid composition on lamb. **Journal of Animal Science**, v.51, n.2, p.321, 1981.
- KIRTON, A.H. **Animal Industries Workshop Lincoln College, Technical Handbook** (lamb growth - carcass composition). 2.ed. Canterbury: Lincoln College, 1986. p.25-31.
- LLOYD, W. R.; SLYTER, A. L.; COSTELLO, W. J. Effect of breed, sex and final weight on feedlot performance, carcass characteristic and meat palatability of lambs. **Journal of Animal Science**, v.51, n.2, p.316-320, 1980.
- MARTINS, R. C.; OLIVEIRA, N.; OSORIO, J. C. S. **Peso vivo ao abate como indicador do peso e das características quantitativas e qualitativas das**

- carcaças em ovinos jovens da raça Ideal.** Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2000. 29p. (Boletim de Pesquisa, 21).
- MATTOS, C. W.; CARVALHO, F. F. R. C.; DUTRA JÚNIOR, W. M.; VERAS, A. S. C.; BATISTA, A. M. V.; ALVES, K. S.; RIBEIRO, V. L.; SILVA, M. J. M. S.; MEDEIROS, G. R.; VASCONCELOS, R. M. J.; ARAÚJO, A. O.; MIRANDA, S. B. Características de carcaça e dos componentes não-carcaça de cabritos Moxotó e Canindé submetidos a dois níveis de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2125-2134, 2006.
- MORON-FUENMAYOR, O. E.; CLAVERO, T. The effect of feeding system on carcass characteristics, non-carcass components and retail cut percentages of lambs. **Small Ruminant Research**, v.34, p.57-64, 1999.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirement of small ruminants:** Sheep, goats, cervids and new camelids. Washington: National Academy Press, 2007. 384p.
- OSÓRIO, J. C.; ÓRIO, M. T. M.; OLIVEIRA, N. M. **Qualidade, morfologia e avaliação de carcaças.** Pelotas: UFPel, 2002. 195 p.
- PEREIRA FILHO, J. M.; RESENDE, K. T.; TEIXEIRA, I. A. M. de A.; SILVA SOBRINHO, A. G. da; YÁÑEZ, E. A.; FERREIRA, A. C. D. Efeito da restrição alimentar sobre algumas características de carcaça de cabritos F1 Boer x Saanen. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.2, p.499-505, mar./abr., 2007.
- PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; FONTENELE, R. M.; MEDEIROS, A. N.; REGADAS FILHO, J. G. L., VILLARROEL, B. S. Características e rendimentos de carcaças e de cortes em ovinos Santa Inês, alimentados com diferentes concentrações de energia metabolizável. **Acta Scientiarum . Animal Sciences**, v.32, n.4, p.431-437, 2010.
- PILAR, R. C.; PÉREZ, J. R. O.; SANTOS, C. L. **Considerações sobre produção de cordeiros.** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. 19p. (Boletim Técnico).
- SIQUEIRA, E. R.; FERNANDES, S. Efeito do genótipo sobre as medidas objetivas e subjetivas da carcaça de cordeiros terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.306-311, 2001.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **User's guide to statistics.** Versão 9. Nort Carolina: SAS Institute, 2003.

YÁÑEZ, E. A.; RESENDE, K. T.; FERREIRA, A. C. D.; MEDEIROS, A. N.; SILVA SOBRINHO, A. G.; PEREIRA FILHO, J. M.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; ARTONI, S. M. B. Utilização de medidas biométricas para predizer características da carcaça de cabritos Saanen, **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.6, p.1564-1572, 2004.

YÁÑEZ, E. A.; RESENDE, K. T.; FERREIRA, A. C. D.; PEREIRA FILHO, J. M.; SILVA SOBRINHO, A. G.; TEIXEIRA, I. A. M. de A.; MEDEIROS, A. N. Restrição alimentar em caprinos: rendimento, cortes comerciais e composição da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2093-2100, 2006.

### **CAPÍTULO III**

---

**Características dos não-componentes da carcaça de ovinos Santa Inês sob restrição alimentar**

## **Características dos não-componentes da carcaça de ovinos Santa Inês sob restrição alimentar**

### **RESUMO**

Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da restrição alimentar sobre os não-componentes da carcaça de ovinos Santa Inês. Os animais com peso corporal inicial de 30 kg foram distribuídos nos tratamentos alimentação à vontade e com 30% e 60% de restrição, sendo abatidos aos 45 kg de peso corporal. A restrição afetou negativamente o peso do sangue, pele, fígado, aparelho respiratório, coração, cabeça, patas, estômagos, intestinos e rins + gordura pélvica renal, e rendimento do fígado, pele e rins + gordura pélvica renal. O rendimento do baço e sangue foi maior com o aumento dos níveis de restrição. A restrição moderada de 30% pode ser utilizada como alternativa para reduzir custos, sem afetar o rendimento dos não-componentes da carcaça.

**Termos para indexação:** quinto-quarto, rendimento, restrição, vísceras.

## **Characteristics of non carcass components of sheep Santa Inês under food restriction**

### **ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the effects of dietary restriction on non carcass components of sheep Santa Inês. Animals with initial body weight of 30 kg were assigned to treatment ad libitum feeding and 30% and 60% restriction and slaughtered at 45 kg body weight. The restriction negatively affected the weight of the blood, skin, liver, respiratory, heart, head, legs, stomachs, intestines and kidneys + renal pelvic fat and yield of the liver, kidney and skin + fat kidney pelvic. The yield of the spleen and blood was increased with increasing levels of constraint. The restriction moderate 30%, can be used as an alternative to reducing costs, without affecting the yield of non carcass components.

**Index terms:** fifth-fourth, restriction, viscera, yield

## INTRODUÇÃO

Os não-componentes da carcaça de pequenos ruminantes são comercializados no nordeste brasileiro, constituindo fonte de renda e de alimentação para população. Esses são utilizados para produção de pratos típicos, muito apreciados por parte da população nordestina, que atualmente representa uma das mais populosas do Brasil. Além disso, o resgate cultural dos migrantes nordestinos, distribuídos em várias localidades do país, faz com que esse prato seja requerido em regiões onde não existe o hábito do consumo desses não-componentes da carcaça, levando a valorização da culinária típica nordestina, e conseqüentemente, a expansão do consumo e dos estudos referentes a esses componentes. Segundo Silva Sobrinho (2001), a comercialização destes componentes proporcionam benefícios econômicos para os produtores, gerando divisas e aumento na lucratividade da produção. Bengtsson e Holmqvist (1984) estimaram que de 7 a 12% dos ganhos com o animal destinado ao abate, são resultantes dos componentes não constituintes da carcaça.

Santos et al. (2005) em revisão sobre não-componentes da carcaça, relataram que a maior parte das discussões a respeito das vantagens e desvantagens dos órgãos e vísceras na alimentação humana se baseia na composição nutricional que estes apresentam, visto que esses componentes apresentam valores nutricionais próximos aos da carne.

Costa et al. (2003b) avaliando o rendimento dos não-componentes da carcaça de caprinos Saanen, alimentados com diferentes níveis de volumoso e concentrado, encontraram rendimento médio de “buchada” de 18,8%, em relação ao peso vivo dos animais e afirmaram que o aproveitamento dos órgãos e vísceras na confecção da “buchada” representa aumento na lucratividade da produção, equivalente a 57,5% do valor da carcaça.

Estudos recentes desses não-componentes da carcaça demonstraram a maior importância dada a esta fonte de proteína animal, além da relevância fisiológica de órgãos, que são fundamentais nos processos de digestão e no metabolismo dos alimentos ingeridos. Furusho-Garcia et al. (2003) ressaltaram que a massa de órgãos viscerais pode influenciar a eficiência alimentar do animal e a utilização dos nutrientes por vários tecidos do corpo. O conhecimento das variações dos órgãos corporais pode

ajudar na avaliação dos efeitos da nutrição sobre o crescimento e, ainda, otimizar a utilização de vários alimentos.

De acordo com Jenkins e Leymaster (1993), as mudanças na alimentação, durante o período de crescimento do animal, alteram a ingestão e digestibilidade, podendo influenciar no desenvolvimento dos órgãos. Lawrence & Fowler (2002) comentaram que a restrição alimentar causa mobilização dos nutrientes dos tecidos na ordem inversa da sua maturidade, ou seja, gordura, músculo, ossos, cérebro e sistema nervoso central.

A restrição alimentar em animais criados no semiárido nordestino é um fato frequente, pois estes estão submetidos à sazonalidade climática e alimentar, fazendo com que em algumas épocas do ano o alimento torne-se mais escasso, e de baixa qualidade nutricional. Este evento atrelado ao mau planejamento da produção, onde o alimento armazenado torna-se insuficiente para uma nutrição adequada de todo o rebanho, acarreta em perdas produtivas e reprodutivas no rebanho, com altos custos para o produtor. Estes fatores levam a avaliações dos impactos que diferentes níveis de restrição podem causar na produção dos animais, especialmente, sob os não-componentes da carcaça, que estão diretamente ligados ao metabolismo dos nutrientes ingeridos. Yáñez et al. (2006) utilizaram níveis de restrição em caprinos visando à obtenção de curvas que descrevessem o comportamento biológico dos animais alimentados à vontade e subalimentados e que permitissem avaliar diferentes pontos que representem as situações observadas entre os produtores.

Segundo Mattos et al. (2006), animais que foram alimentados à vontade, tiveram maior nível de consumo de alimentos, refletindo sobre o peso de órgãos de crescimento precoce como coração, fígado, pulmão e rins, ocasionando maior desenvolvimento pelo maior aporte de nutrientes e pelo possível incremento na taxa metabólica, quando comparado a animais com alimentação restrita.

Neste trabalho, objetivou-se avaliar a influência dos níveis de alimentação sobre os rendimentos dos não-componentes da carcaça de ovinos Santa Inês terminados em confinamento.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no período de fevereiro e maio de 2010, nas instalações de pequenos ruminantes do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande, localizado no município de Patos, PB, onde o clima local é classificado como quente e seco, tendo duas estações bem definidas (seca e chuvosa), com precipitação, temperatura e umidade relativa médias anuais de 500 mm, 29°C e 60%, respectivamente.

Foram utilizados 24 ovinos da raça Santa Inês, machos não-castrados, com peso vivo inicial médio de 30 kg, identificados, pesados e tratados contra endo e ectoparasitas. Em seguida, foram alojados em baias individuais (1,2 m<sup>2</sup>), com piso ripado suspenso, contendo comedouro e bebedouro, e distribuídas em um galpão com piso de concreto e cobertura de telhas fibrocimento.

Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com oito repetições, submetidos a um período de adaptação, no qual receberam alimentação à vontade, calculada conforme a quantidade de sobras referente ao dia anterior, mantida em torno de 15%. Os tratamentos foram definidos em função do nível de ingestão da dieta experimental, sendo pré-estabelecidos da seguinte forma: TR0 = alimentação à vontade ou 0% de restrição alimentar, TR30 = 30% de restrição alimentar e TR60 = 60% de restrição alimentar. À medida que os animais atingiam 30 kg de peso corporal, formavam-se grupos de três animais, sendo um para cada tratamento, dando-se início a fase experimental. Iniciada a fase experimental, o ajuste de 15% das sobras foi considerado apenas para os animais com alimentação à vontade, a partir da qual foram calculadas as quantidades de ração fornecidas aos demais animais dos tratamentos com 30% e 60% de restrição alimentar.

Foram realizadas análises laboratoriais para determinação da composição bromatológica da dieta experimental (Tabela 1), que foi formulada conforme o NRC (2007), para ganho de peso corporal de 250 g dias<sup>-1</sup> para os animais sem restrição alimentar.

A ração, composta de 45% de volumoso e 55% de concentrado, foi constituída de feno de Capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), farelo de soja, farelo de milho, calcário calcítico, fosfato bicálcico e núcleo mineral, abastecida diariamente, às 8h e

16h, em forma de ração completa. O fornecimento foi de 4% do peso corporal, com base na MS, para os animais do tratamento TR0, ajustado diariamente, de forma que estes desfrutassem de um consumo voluntário. Considerando os animais dos tratamentos TR30 e TR60, estes tiveram um fornecimento de ração baseado no consumo de MS efetuado pelos animais sem restrição alimentar, recebendo 70% e 40%, respectivamente, do consumido pelos animais do tratamento TR0.

Os animais foram pesados ao início, e a cada sete dias durante o experimento, com pesagens intermediárias, à medida que o peso corporal aproximava-se do peso pré-estabelecido para o abate. Quando um animal do grupo atingia o peso corporal de abate (aproximadamente 45 kg), os três animais daquele grupo (um de cada tratamento) eram abatidos, após serem submetidos a jejum de sólidos e líquido por 18 horas, com pesagens antes e após o jejum, para obtenção, respectivamente, do peso vivo ao abate (PCA) e do peso em jejum (PJ), segundo descrito por Cezar & Sousa (2007).

**Tabela 1.** Participação dos ingredientes (%) e composição química da dieta dos animais (%MS)

<b>Ingredientes</b>	<b>g/kg de matéria seca</b>
Farelo de soja	235,0
Milho moído	289,9
Feno de Capim-elefante ( <i>Pennisetum purpureum</i> )	450,0
Calcário calcítico	11,9
Fosfato bicálcico	3,2
Sal mineral comercial	10,0
<b>Composição química (g/kg)</b>	
Matéria seca	928,7
Matéria mineral	80,1
Proteína bruta	146,4
Extrato etéreo	33,9
Fibra em detergente neutro	458,4
Fibra em detergente ácido	339,6
Lignina	97,2
FDNCP <sup>1</sup>	417,9
Carboidratos Totais	726,8
Carboidratos não fibrosos	308,9
Nutrientes digestíveis totais	632,0
Cálcio	22,5
Fósforo	11,4
Potássio	13,4
Magnésio	04,1

<sup>1</sup>Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

O abate foi realizado por atordoamento, seguido de sangria por aproximadamente cinco minutos, com corte da carótida e jugular e o sangue foi recolhido em recipientes previamente tarados e pesados. Posteriormente, foi feita a esfolagem e evisceração, seguida da retirada da cabeça (com secção na articulação atlanto-occipital, sem a pele que a recobria) e as patas (secção nas articulações carpo e tarsometatarsianas) para registro do peso desses componentes, (pele, cabeça e patas). Foi obtido ainda o peso de outros não-componentes da carcaça, coração, aparelho respiratório (língua, pulmões e traquéia), baço, fígado, bexiga e vesícula (pesadas cheias e vazias), e aparelho reprodutivo (pênis e testículos). Os rins foram pesados juntamente com a gordura pélvicorenal. A gordura do omento foi pesada separadamente. O trato gastro intestinal (TGI) correspondeu ao esôfago, rúmen, retículo, omaso e abomaso e os intestinos compreenderam o intestino delgado e intestino grosso, ambos pesados cheios e, em seguida, esvaziado, lavados e novamente pesados, para determinação de seu rendimento em relação ao peso corporal em jejum. O rendimento de buchada foi determinado com base no peso da buchada (somatório do sangue, fígado, rins, aparelho respiratório, baço, coração, gordura do omento, estômagos e intestinos) em relação ao peso corporal do animal ao abate.

As médias dos dados coletados foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, efetuando-se análise de regressão das diferentes variáveis em função da restrição alimentar, utilizando o SAS (2003).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os pesos do aparelho reprodutivo, vesícula biliar+bexiga e baço, não foram influenciados pelos níveis de restrição ( $P > 0,05$ ). No entanto o peso do coração, cabeça, sangue, gordura do omento, pele, fígado, aparelho respiratório, patas, estômagos, intestinos e rins+gordura pélvica renal, foram influenciados ( $P < 0,05$ ) pelos níveis de restrição, reduzindo os pesos de forma linear (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores médios dos pesos em jejum (PJ) e dos não-componentes da carcaça, equações de regressão, coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) e probabilidade (P), referentes a de ovinos sob restrição alimentar

Variável	Níveis de restrição (%)			Equação de regressão	R <sup>2</sup>	Valor de P
	0	30	60			
PJ(kg)	42,83 <sup>a</sup>	37,81 <sup>b</sup>	31,11 <sup>c</sup>	$\hat{y} = 43,11 - 0,1953NR$	0,87	0,0001
Sangue (kg)	1,68 <sup>a</sup>	1,61 <sup>ab</sup>	1,39 <sup>b</sup>	$\hat{y} = 1,71 - 0,0049NR$	0,27	0,0092
Pele (kg)	3,94 <sup>a</sup>	3,20 <sup>b</sup>	2,56 <sup>c</sup>	$\hat{y} = 3,92 - 0,0230NR$	0,71	0,0001
Fígado (kg)	0,66 <sup>a</sup>	0,49 <sup>b</sup>	0,37 <sup>c</sup>	$\hat{y} = 0,65 - 0,0049NR$	0,85	0,0001
Apar. Respiratório (kg)	0,91 <sup>a</sup>	0,77 <sup>b</sup>	0,68 <sup>b</sup>	$\hat{y} = 0,90 - 0,0039NR$	0,66	0,0001
Coração (kg)	0,23 <sup>a</sup>	0,19 <sup>ab</sup>	0,17 <sup>b</sup>	$\hat{y} = 0,23 - 0,0010NR$	0,26	0,0107
Cabeça (kg)	1,62 <sup>a</sup>	1,52 <sup>ab</sup>	1,46 <sup>b</sup>	$\hat{y} = 1,62 - 0,0027NR$	0,25	0,0124
Patas (kg)	0,98 <sup>a</sup>	0,85 <sup>ab</sup>	0,72 <sup>b</sup>	$\hat{y} = 0,98 - 0,0043NR$	0,53	0,0001
Apar. Reprodutivo (kg)	0,42 <sup>a</sup>	0,48 <sup>a</sup>	0,39 <sup>a</sup>	$\hat{y} = 0,44$	-	0,6591
Vesíc.biliar + bexiga (kg)	0,06 <sup>a</sup>	0,05 <sup>a</sup>	0,04 <sup>a</sup>	$\hat{y} = 0,06$	-	0,0895
Gordura do omento (kg)	0,70 <sup>a</sup>	0,60 <sup>ab</sup>	0,31 <sup>b</sup>	$\hat{y} = 0,73 - 0,0065NR$	0,33	0,0033
Estômagos (kg)	1,28 <sup>a</sup>	1,08 <sup>b</sup>	0,89 <sup>c</sup>	$\hat{y} = 1,27 - 0,0064NR$	0,61	0,0001
Intestinos (kg)	1,80 <sup>a</sup>	1,54 <sup>b</sup>	1,16 <sup>c</sup>	$\hat{y} = 1,82 - 0,0107NR$	0,65	0,0001
Baço (kg)	0,07 <sup>a</sup>	0,06 <sup>a</sup>	0,06 <sup>a</sup>	$\hat{y} = 0,07$	-	0,0846
Rins+gord renal e pélvica (kg)	0,75 <sup>a</sup>	0,54 <sup>ab</sup>	0,31 <sup>b</sup>	$\hat{y} = 0,75 - 0,0073NR$	0,41	0,0008
Buchada (kg)	7,46 <sup>a</sup>	6,45 <sup>b</sup>	5,12 <sup>c</sup>	$\hat{y} = 7,51 - 0,0389NR$	0,80	0,0001

$\hat{y}$  = variável; RA = Restrição alimentar entre 0 e 60%; a,b,c letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Quando o nível de restrição alimentar passou de 0 para 30%, e de 30 para 60%, houve redução no PJ em 11,7% e 17,7%, respectivamente, o que também refletiu na diminuição do peso dos não-componentes da carcaça. Os órgãos que sofreram redução significativa ( $P < 0,05$ ) em seus pesos foram a pele (18,8% e 20%), o fígado (25,8% e 24,5%), os estômagos (15,6% e 17,6%), intestinos (14,4% e 24,7%) e a “buchada” (13,6% e 20,6%), respectivamente, com os níveis de 30% e 60%, de restrição.

O aparelho respiratório apresentou redução linear ( $P < 0,05$ ) do peso, à medida que o nível de restrição se elevou. Porém esta diminuição no peso deste órgão só foi significativa entre o nível 0 e 30% (com redução de 15,4% no peso), onde o peso nos níveis de 30 e 60% não se diferenciaram entre si ( $P > 0,05$ ).

Outros órgãos sofreram reduções significativas no seu peso apenas quando a alimentação estava em restrição severa (60%), isto é, a restrição moderada de 30% não foi diferente dos níveis mais extremos (0 e 60%), donde pode-se verificar que a restrição de 60% causou diminuição significativa no peso do sangue (17,3%), coração (26,1%), cabeça (9,9%), patas (26,5%), gordura do omento (55,7%) e rins+ gordura pélvicorenal (58,7%).

A pele apresentou redução linear significativa no peso e rendimento ( $P < 0,05$ ) à medida que os níveis de restrição adotados foram crescentes. Este fato deve estar relacionado com a diminuição do peso do animal ao abate, porém apesar deste ter sido de aproximadamente 27,4%, quando o nível de restrição foi de 0 à 60%, a redução no peso da pele foi de aproximadamente 35%. Vários autores reportaram alguns fatores que podem influenciar o peso da pele em ovinos e caprinos, tais como a raça (Mattos et al., 2006; Pinheiro et al. 2008), sexo (Siqueira et al., 2001) nível energético da ração (Araújo Filho et al., 2007; Medeiros et al., 2008; Vieira et al., 2010), e sistema de produção (Menezes et al., 2008).

Segundo Pacheco et al. (2005), na cadeia produtiva de bovinos, o couro é um subproduto do abate que gera importante fonte de receita para o frigorífico, e é considerado um dos produtos com maior agregação de valor até chegar ao consumidor final, atuando em diversos setores da economia brasileira. Na cadeia produtiva de pequenos ruminantes, no nordeste brasileiro, a pele, vísceras e órgãos, também geram receitas para os abatedouros, servindo para amortizar os custos do abate, porém o produtor não é remunerado com as melhorias na qualidade/quantidade desses não-componentes da carcaça. O rendimento da pele corresponde a aproximadamente 10% do peso do animal, e deveria contribuir significativamente com a receita do produtor, principalmente devido às características peculiares da pele dos ovinos deslanados do nordeste.

Traçando um panorama otimista da cadeia produtiva de ovinos Medeiros et al. (2008), inferiram que com a intensificação da produção de carcaças, obviamente, serão incrementadas as quantidades dos não-componentes da carcaça, que deverão receber um destino adequado pela indústria da carne ovina ou por outros segmentos da cadeia produtiva. Destes componentes, por exemplo, a pele tem sido largamente utilizada, também mais valorizada, e, quando devidamente processada e manufaturada pela indústria calçadista e de vestuário, tem agregado valores que superam com grande vantagem o preço do animal que a originou.

A buchada é feita a partir de alguns componentes do quinto quarto de ovinos, e esta sofreu redução linear ( $P < 0,05$ ) de acordo com o aumento da restrição alimentar. Apesar do produtor ainda não ser remunerado pelos não-componentes da carcaça, essa redução de aproximadamente dois quilos no peso da buchada, pode afetar a renda

daqueles que fazem uso desses produtos para comercialização. Essa redução no peso da buchada com a restrição de 60% se deve a redução geral nos pesos dos componentes que a compõem (tabela 2). Pesos de “buchada” inferiores aos observados neste trabalho foram encontrados por Medeiros et al (2008), que verificaram aumento linear no peso da “buchada”, a medida que aumentou os níveis de concentrado de 20 a 80% na dieta, obtendo pesos variando de 4,489 a 5,055 kg, respectivamente, em ovinos morada nova pesando aproximadamente 30 kg de PC. Clementino et al. (2007) avaliaram mestiços F1, Dorper x Santa Inês, recebendo níveis de concentrado variando de 30 a 75%, com efeito linear nos pesos da buchada, de 3,173 a 4,39 kg, respectivamente.

Em caprinos, alguns trabalhos mostraram pesos de buchada, variando de 2,43 kg a 3,189 kg, em animais com peso corporal ao abate de 16 kg e 22 kg, respectivamente (Bezerra et al., 2010), e em animais com peso corporal ao abate de 25,7 kg a 29,6 kg, com pesos de buchada variando de 3,4 kg a 4 kg (Dias et al., 2008).

Em sistemas de produção de pequenos ruminantes, o aproveitamento dos não-componentes da carcaça tem importância maior que em outros sistemas de produção animal, tendo em vista o grande número de pratos culinários preparados com os órgãos dessas espécies e que podem gerar para o produtor uma fonte de renda adicional (Cezar & Sousa, 2007).

Cumby (2000), em revisão, relatou que os órgãos vitais apresentam diferentes taxas metabólicas em comparação às das demais partes do corpo. O tamanho e a taxa metabólica dos órgãos sofrem modificações quando os animais são submetidos a dietas diferindo em qualidade e/ou quantidade, e estão diretamente relacionadas às exigências de energia para manutenção dos animais. Quando em restrição nutricional, os primeiros tecidos a serem mobilizados são os de maior taxa metabólica, como o fígado e trato digestivo (Ryan et al., 1993), reduzindo as exigências de manutenção. Isso comprova o comportamento verificado neste trabalho, onde houve diminuição significativa nos pesos (tabela 2) e nos rendimentos (tabela 3) do fígado (23,2%) e dos rins+gordura pélvicorenal (42,3%), com a restrição de 60% no aporte nutricional.

Segundo Owens et al. (1993) e Ferrel e Jenkins (1998), dos órgãos vitais, o fígado, rins e baço apresentam as maiores taxas metabólicas, graças à sua importante participação no metabolismo dos nutrientes, estando diretamente relacionados ao consumo de alimentos. Para Maior Júnior et al. (2008) a maior proporção de gordura

interna acarreta, na prática, maiores exigências de energia para manutenção, em razão da maior atividade metabólica do tecido adiposo. Porém, segundo Ermias et al. (2002) a deposição de gordura em ovinos tropicais atua como reservas energéticas para serem mobilizadas durante o período de escassez de alimentos.

Considerando o rendimento dos não-componentes da carcaça, Perez e Carvalho (2002), relataram que cordeiros abatidos com menores pesos corporais apresentam maior proporção dos componentes corporais em relação aos abatidos com maiores pesos corporais, exceto com relação à pele. Portanto, o peso corporal ao abate pode ser um indicativo do rendimento de não-componentes da carcaça dos ovinos a serem abatidos.

Neste trabalho, com a redução do peso ao abate, foi observado aumento linear ( $P < 0,05$ ) nos rendimentos de sangue, cabeça e baço, com acréscimo de 13,7%, 24,5% e 18,8%, respectivamente, porém o rendimento da pele reduziu linearmente (10,8%), à medida que o nível de restrição progrediu até 60%. Quanto aos rendimentos dos outros não-componentes da carcaça (aparelho respiratório, coração, patas, aparelho reprodutivo, vesícula biliar+bexiga, gordura do omento, estômagos e intestinos), não sofreram alterações significativas ( $P > 0,05$ ) com a restrição alimentar, e redução dos pesos ao abate (Tabela 3).

**Tabela 3.** Valores médios do rendimento dos não-componentes da carcaça, equações de regressão, coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) e Probabilidade (P), referentes a ovinos sob restrição alimentar

Variável	Níveis de restrição (%)			Regressão	R <sup>2</sup>	Valor de P
	0	30	60			
Sangue (%)	3,93 <sup>a</sup>	4,56 <sup>a</sup>	4,47 <sup>a</sup>	$\hat{y} = 3,95 + 0,0089NR$	0,16	0,0488
Pele (%)	9,22 <sup>a</sup>	8,48 <sup>a</sup>	8,22 <sup>a</sup>	$\hat{y} = 9,14 - 0,0166NR$	0,17	0,0470
Fígado (%)	1,55 <sup>a</sup>	1,29 <sup>b</sup>	1,19 <sup>b</sup>	$\hat{y} = 1,53 - 0,0061NR$	0,61	0,0001
Apar. Respiratório (%)	2,13 <sup>a</sup>	2,03 <sup>a</sup>	2,20 <sup>a</sup>	$\hat{y} = 2,09$	-	0,4533
Coração (%)	0,55 <sup>a</sup>	0,51 <sup>a</sup>	0,56 <sup>a</sup>	$\hat{y} = 0,53$	-	0,8267
Cabeça (%)	3,79 <sup>a</sup>	4,04 <sup>b</sup>	4,72 <sup>b</sup>	$\hat{y} = 3,72 + 0,0154NR$	0,56	0,0001
Patas (%)	2,28 <sup>a</sup>	2,25 <sup>a</sup>	2,30 <sup>a</sup>	$\hat{y} = 2,26$	-	0,8842
Apar. Reprodutivo (%)	0,97 <sup>a</sup>	1,28 <sup>a</sup>	1,25 <sup>a</sup>	$\hat{y} = 1,03$	-	0,0866
Vesíc.biliar + bexiga(%)	0,14 <sup>a</sup>	0,15 <sup>a</sup>	0,14 <sup>a</sup>	$\hat{y} = 0,14$	-	0,7503
Gordura do omento (%)	1,64 <sup>a</sup>	1,59 <sup>a</sup>	1,01 <sup>a</sup>	$\hat{y} = 1,73$	-	0,0520
Estômagos (%)	2,98 <sup>a</sup>	2,86 <sup>a</sup>	2,87 <sup>a</sup>	$\hat{y} = 2,96$	-	0,4867
Intestinos (%)	4,21 <sup>a</sup>	4,09 <sup>a</sup>	3,73 <sup>a</sup>	$\hat{y} = 4,25$	-	0,0696
Baço (%)	0,16 <sup>a</sup>	0,16 <sup>ab</sup>	0,19 <sup>b</sup>	$\hat{y} = 0,15 + 0,0006NR$	0,26	0,0106
Rins+gord renal e pélvica(%)	1,75 <sup>a</sup>	1,42 <sup>ab</sup>	1,00 <sup>b</sup>	$\hat{y} = 1,76 - 0,0124NR$	0,24	0,0148
Buchada	17,41 <sup>a</sup>	17,05 <sup>a</sup>	16,47 <sup>a</sup>	$\hat{y} = 17,45$	-	0,1061

$\hat{y}$  = variável; NR = nível de restrição entre 0 e 60%; a,b,c letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Os valores de rendimento do aparelho respiratório e coração em relação ao peso vivo, não foram influenciados pelos níveis de energia ou peso ao abate, pois estes órgãos mantêm sua integridade, por terem prioridades na utilização de nutrientes, diversamente ao que ocorre com os órgãos ligados à digestão e metabolismo dos alimentos (Perón et al., 1993; Ferreira et al., 2000; Vêras et al., 2001; Alves et al., 2002; Araújo Filho et al., 2007; Carvalho Júnior et al., 2009).

Verificou-se que a restrição alimentar de 30%, reduziu significativamente ( $P < 0,05$ ) o rendimento do fígado e aumentou o rendimento da cabeça, porém não divergiu da alimentação à vontade, em relação ao rendimento dos demais órgãos avaliados neste estudo.

Os níveis de restrição não influenciaram no rendimento da “buchada” que apresentou valor aproximado de 17%, assemelhando-se ao apresentado para a maioria dos componentes individuais da buchada, que não apresentaram redução significativa nos rendimentos com os níveis de restrição empregados, a não ser o baço, fígado e rins que sofreram redução de acordo com os níveis de restrição.

Cerca de 40% do peso da buchada é representada pelos estômagos e intestinos, diante disto, pode-se inferir que o rendimento da buchada não sofreu influência da restrição alimentar, pois o rendimento do trato gastro intestinal, coração, gordura do omento, e aparelho respiratório e sangue, que representam mais da metade do peso da buchada, não foram influenciados pelos níveis de restrição.

Rendimentos inferiores aos observados nesse trabalho foram encontrados por Medeiros et al. (2008), variando de 14 a 16% e por Clementino et al. (2007) entre 14,2 a 15,9% com ovinos. Dias et al. (2008), Santos et al. (2008) e Bezerra et al. (2010) verificaram, em caprinos, rendimentos ainda menores, entre 13% e 15,9%.

As variações no peso e rendimento da buchada entre os trabalhos citados deve-se a influência da raça, peso do animal, nutrição, além de aspectos relativos a não padronização dos componentes que compõem a buchada.

Pode-se inferir então, que o nível de restrição de 30% pode ser utilizado, sem causar maiores gravames ao rebanho, com a possibilidade de ampliar o tempo de oferta de alimentos em períodos de escassez dos mesmos, melhorando o gerenciamento da produção. Além disso, reduzir-se-ia os gastos com alimentação excessiva em categorias

de animais que não estivessem em produção (ovelhas secas, reprodutores, animais que já atingiram o peso de abate minimizando o acúmulo excessivo de gordura visceral a qual, segundo Di Marco (1998), é um desperdício que não agrega nenhum peso à carcaça, porém, afeta a eficiência do animal em converter alimento, sendo inevitável o seu acúmulo quando o animal avança no grau de terminação. Ressalta-se ainda que, considerando-se que a gordura interna não é aproveitada para consumo humano, há desperdício de energia alimentar (Ferreira et al., 2000). Dessa forma é necessário ponderar até que ponto a gordura é interessante na carcaça do animal, pois em grande quantidade trará prejuízos ao produtor.

De acordo com Delfa et al. (1991), o valor obtido com os não componentes da carcaça, tradicionalmente, serve para cobrir parte das despesas com o processo de abate, e, conseqüentemente, formar margem de lucro aos abatedouros. Entretanto, os produtores sempre receberam valores referentes apenas à carcaça, não sendo remunerados pelos outros componentes oriundos do abate.

Sabendo que esse fato é uma realidade no nordeste brasileiro, devem ser buscados níveis alimentares que não afetem o rendimento de carcaça dos animais, mas sejam economicamente viáveis do ponto de vista técnico e biológico. Isto significa a utilização racional de estratégias que reduzam os custos, sem afetar o desempenho dos animais, como também que se tornem fundamentais para a manutenção do peso e da produção do rebanho, em períodos críticos de estiagem. Neste caso, a utilização de níveis de restrição (respeitando as condições fisiológicas das categorias animais), pode ser decisivo para ampliar o período de alimentação do rebanho, sem demandar custos extras com aquisição de alimentos.

## CONCLUSÕES

Os ovinos submetidos a restrição alimentar de 30%, apresentam redução no rendimento do fígado, porém essa restrição não afeta os rendimentos dos demais não-componentes da carcaça.

Pode ser utilizado o nível de restrição de 30%, como ferramenta para reduzir custos com alimentação, sem comprometer o rendimento dos não-componentes da carcaça.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, K. S.; CARVALHO, F. F. R.; FERREIRA, M. A.; COSTA, R. G.; SANTOS, E. P.; FREITAS, C. R. G.; SANTOS JÚNIOR, C. M.; ANDRADE, D. K. B. Níveis de energia em dietas para ovinos Santa Inês: características de carcaça e constituintes corporais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32(Supl. 2), n.6, p.1927-1936, 2003.
- ARAÚJO FILHO, J. T.; COSTA, R. G.; FRAGA, A. B.; BOSSI, A.; SOUSA, W. H.; GONZAGA NETO, S.; BATISTA, A. S. M; CUNHA, M. G. G. Efeito de dieta e genótipo sobre medidas morfométricas e não constituintes da carcaça de cordeiros deslanados terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.4, p.394-404, 2007.
- BENGTSSON, O.; HOLMQVIST, O. **By-products from slaughtering, a short review**. *Fleischwirtschaft*, v.64, p.334- 339, 1984.
- BEZERRA, S. B. L.; VERAS, A. S. C.; SILVA, D. K. A.; FERREIRA, M.A.; PEREIRA, K. P.; de ALMEIDA, J. S.; SANTOS, J. C. A. Componentes não integrantes da carcaça de cabritos alimentados em pastejo na Caatinga. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n. 7, p. 751-757, 2010.
- CARVALHO JÚNIOR, A. M.; PEREIRA FILHO, J. M.; SILVA, R. M.; CEZAR, M. F.; SILVA, A. M. A.; SILVA, A. L. N. Efeito da suplementação nas características de carcaça e dos componentes não-carcaça de caprinos F1 Boer × SRD terminados em pastagem nativa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1301-1308, 2009.
- CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. Carcaças caprinas e ovinas – obtenção, avaliação e classificação. 1.ed. Uberaba: **Agropecuária Tropical**, 2007. v.1, 231p.
- CLEMENTINO, R. H.; SOUSA, W. H.; MEDEIROS, A. N.; CUNHA, M. G. G.; GONZAGA NETO, S.; CARVALHO, F. F. R.; CAVALCANTE, M. A. B. INFLUÊNCIA dos níveis de concentrado sobre os cortes comerciais, os constituintes não-carcaça e os componentes da perna de cordeiros confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n.3, p. 681-688, 2007.
- COSTA, R. G.; MEDEIROS, A. N. de; MADRUGA, M. S.; CRUZ, S. E. S. B. S.; MELO, L. S. Rendimento de vísceras para "buchada" em caprinos Saanen alimentados com diferentes níveis de volumoso e concentrado. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2., 2003, João Pessoa. **Anais**. João Pessoa: Emepa, 2003. p.663-666.
- CUMBY, J. **Visceral organ development during restriction and re-alimentation**. In: CANT, J. (Ed.) *Proceedings of the 2000 course in ruminant digestion and metabolism – ANSC 6260*. University of Guelph, 2000. p.23-29.

- DELFA, R.; GONZALEZ, C.; TEIXEIRA, A. El quinto cuarto. **Revista Ovis**, v.17, p.49-66, 1991.
- DI MARCO, O. N. **Crecimiento de vacunos para carne**. 1.ed. Mar del Plata: Balcarce, 1998. 246p.
- DIAS, A. M. A.; BATISTA, Â. M. V.; CARVALHO, F. F. R.; GUIM, A.; SILVA, G.; SILVA, A. C. Características de carcaça e rendimento de buchada de caprinos alimentados com farelo grosso de trigo em substituição ao milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p. 1280-1285, 2008.
- ERMÍAS, E.; YAMI, A.; REGE, J. E. O. Fat deposition in tropical sheep as adaptive attribute to periodic feed fluctuation. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v.119, p.235-246, 2002.
- FERREIRA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; MUNIZ, E. B.; VERAS, A. S. C. Características das carcaças, biometria do trato gastrointestinal, tamanho dos órgãos internos e conteúdo gastrointestinal de bovinos F1 Simental x Nelore alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1174-1182, 2000.
- FERRELL, C.L.; JENKINS, T. G. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high concentrate diet during the finishing period: II. Angus, Boran, Brahman, Hereford, and Tuli Sires. **Journal of Animal Science**, v.76, p.647-657, 1998.
- FURUSHO-GARCIA, I. F.; PEREZ, J. R. O.; TEIXEIRA, J. C. Componentes de carcaça e composição de alguns cortes de cordeiros Texel × Bergamácia, Textel × Santa Inês e Santa Inês puros, terminados em confinamento, com casca de café como parte da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6 (Supl. 2), p.1999-2006, 2003.
- JENKINS, T. G.; LEYMASTER, K. A. Estimates of maturing rates and masses at maturity for body components of sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.71, n.11, p.2952-2957, 1993.
- LAWRENCE, T. L. J.; FOWLER, V. R. **Growth in farm animals**. 2.ed. Wallingford: CAB International, 2002. 346p.
- MAIOR JÚNIOR, R. J. S.; CARVALHO, F. F. R.; BATISTA, Â. M. V.; VASCONCELOS, R. M. J.; SILVA, R. C. B.; FIGUEIREDO, M. A. S. Rendimento e características dos componentes não-carcaça de ovinos alimentados com rações baseadas em cana-de-açúcar e uréia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.3, p. 507-515, 2008.
- MATTOS, C. W.; CARVALHO, F. F. R.; DUTRA JUNIOR, W. M.; VÉRAS, A. S.C.; BATISTA, A. M. V.; ALVES, K. S.; RIBEIRO, V. L.; SILVA, M. J. M. S.; MEDEIROS, G. R.; VASCONCELOS, R. M. J.; ARAÚJO, A. O.; MIRANDA, S.

- B. Características de carcaça e dos componentes não-carcaça de cabritos Moxotó e Canindé submetidos a dois níveis de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2125-2134, 2006.
- MEDEIROS, G. R.; CARVALHO, F. F. R.; FERREIRA, M. A.; ALVES, K. S.; MATTOS, C. W.; SARAIVA, T. A.; NASCIMENTO, J. F. Efeitos dos níveis de concentrado sobre os componentes não-carcaça de ovinos Morada Nova em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1063 – 1071, 2008.
- MENEZES, L. F. O.; LOUVANDINI, H.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; McMANUS, C.; GARCIA, J. A. S.; MURATA, L. S. Características de carcaça, componentes não-carcaça e composição tecidual e química da 12a costela de cordeiros Santa Inês terminados em pasto com três gramíneas no período seco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1286-1292, 2008.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirement of small ruminants: Sheep, goats, cervids and new camelids**. Washington: National Academy Press, 2007. 384p.
- OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v.71, p.3152-3172, 1993.
- PACHECO, P. S.; RESTLE, J.; SILVA, J. H. S.; ARBOITTE, M. Z.; ALVES FILHO, D. C.; FREITAS, A. K.; ROSA, J. R.; PÁDUA, J. T. Características das Partes do Corpo Não-integrantes da Carcaça de Novilhos Jovens e Superjovens de Diferentes Grupos Genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1678-1690, 2005.
- PÉREZ, J. R. O.; CARVALHO, P. A. Considerações sobre carcaças ovinas, p. 5 – 33, 2002. Disponível em: <[http://www.editora.ufla.br/Boltecnico/pdf/bol\\_61.pdf](http://www.editora.ufla.br/Boltecnico/pdf/bol_61.pdf) .> Acesso em: 20 nov. de 2011
- PERÓN, A. J.; FONTES, C. A. A.; LANA, R. P.; SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C.; PAULINO, M. Tamanho dos órgãos internos e distribuição da gordura corporal em novilhos de cinco grupos genéticos, submetidos à alimentação restrita e *ad libitum*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.5, p.813-819, 1993.
- PINHEIRO, R. S. B.; SILVA SOBRINHO, A. G.; GONZAGA NETO, S.; YAMAMOTO, S. M.; MOURÃO, R. C.; HOMEM, A. C.; SANTOS, V. C. Rendimento dos não-componentes da carcaça de cordeiros de diferentes genótipos. **Archivos de Zootecnia**, v.57, n.217, p.71-74, 2008.
- RYAN, W. J.; WILLIAMS, I. H.; MOIR, R. J. Compensatory growth in sheep and cattle. II. Changes in body composition and tissues weights. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.44, p.1623-1633, 1993.
- SANTOS, N. M.; COSTA, R. G.; MADRUGA, M. S.; MEDEIROS, A. N.; ALBUQUERQUE, C. L. C.; QUEIROGA, R. C. R. E. Constitution and composition chemistry of the precooked goatlike buchada produced in the state of

- Paraíba, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Tecnology**. v.51, n.4, p. 593-598. 2008.
- SANTOS, N. M.; COSTA, R. G.; MEDEIROS, A. N.; MADRUGA, M. S.; GONZAGA NETO, S. Caracterização dos componentes comestíveis não constituintes da carcaça de caprinos e ovinos. **Agropecuária Técnica**, v.26, n.2, 2005.
- SILVA SOBRINHO, A. G. **Aspectos quantitativos e qualitativos da produção de carne ovina**. In: MATTOS, W. R. S. (Ed.). A produção animal na visão dos brasileiros. Piracicaba: FEALQ, 2001. p.425-446.
- SIQUEIRA, E. R.; SIMÕES, C. D.; FERNANDES, S. Efeito do sexo e do peso ao abate sobre a produção de carne de cordeiro. Morfologia da carcaça, peso dos cortes, composição tecidual e componentes não constituintes da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, 1299-1307, 2001.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **User's guide to statistics**. Versão 9. Nort Carolina: SAS Institute, 2003.
- VÉRAS, A. S. C.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; PAULINO, M. F.; CECON, P. R.; VALADARES, R. F. D.; FERREIRA, M. A.; FONTES, C. M. S. Efeito do nível de concentrado sobre o peso dos órgãos internos e do conteúdo gastrintestinal de bovinos nelore não – cadastrado. . **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30 (supl.1), n.3, p.1120-1126, 2001.
- VIEIRA, M. M. M.; CÂNDIDO, M. J. D.; BOMFIM, M. A. D.; SEVERINO, L. S.; ZAPATA, J. F. F.; BESERRA, L. T.; MENEZES, A. J. G.; FERNANDES, J. P. B. Características da carcaça e dos componentes não-carcaça em ovinos alimentados com rações à base de farelo de mamona. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.1, p 140-149, 2010.
- YÁÑEZ, E. A.; RESENDE, K. T.; FERREIRA, Â. C. D.; PEREIRA FILHO, J. M.; SILVA SOBRINHO, A. G.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; MEDEIROS, A. N. Restrição alimentar em caprinos: rendimento, cortes comerciais e composição da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2093-2100, 2006.

## **CAPÍTULO IV**

---

**Composição corporal e exigências nutricionais de cálcio, fósforo, potássio e  
magnésio em carneiros da raça Santa Inês**

## **Composição corporal e exigências nutricionais de cálcio, fósforo, potássio e magnésio em Carneiros Santa Inês**

### **RESUMO**

Com o objetivo de estimar as exigências nutricionais em cálcio, fósforo, potássio e magnésio foi desenvolvido um experimento utilizando 32 carneiros, com peso corporal inicial médio de 30 kg, confinados em baias individuais, e distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com três níveis de restrição alimentar (0, 30 e 60%). A maior ingestão de matéria seca dos carneiros sem restrição alimentar refletiu em maior ganho de peso médio diário, promovendo maior peso corporal e peso do corpo vazio aos animais sem restrição alimentar. Os valores de composição corporal em cálcio, fósforo, potássio e magnésio variaram de 22,04 a 25,52; de 9,86 a 9,95; de 1,49 a 1,46 e de 0,88 a 1,06 g kg<sup>-1</sup> de peso do corpo vazio, respectivamente. As exigências líquidas para o ganho variaram de 18,7 a 21,7 g de Ca; 8,4 a 8,5 g de P; 1,3 a 1,2 g de K e 0,7 a 0,9 g de Mg kg<sup>-1</sup> de peso corporal dia<sup>-1</sup>. E, as exigências líquidas de manutenção são de 0,361; 0,274; 0,061 e 0,034 g dia<sup>-1</sup> de Ca, P, K e Mg, respectivamente, para carneiros Santa Inês com peso corporal de 30 a 45 kg.

**Termos para indexação:** dieta, minerais, pequenos ruminantes.

**Body composition and nutritional requirements of calcium, phosphorus, potassium and magnesium in rams Santa Ines**

**ABSTRACT**

In order to study the nutritional requirements of calcium, phosphorus, potassium and magnesium was conducted an experiment using 32 rams, with average initial weight of 30 kg, housed individually, and distributed in a completely randomized design with three levels food restriction (0, 30 and 60%). The highest dry matter intake of rams without feed restriction reflected in higher average daily weight gain by promoting greater body weight and empty body weight of without food restriction animals. The values of body composition in calcium, phosphorus, potassium and magnesium ranged of 22,04 to 25,52; 9,86 to 9,95; 1,49 to 1,46 and 0,88 to 1,06 g kg<sup>-1</sup> of body weight empty, respectively. The net requirements for the gain ranged from 18,7 to 21,7 g Ca; 8,4 to 8,5 g of P, 1,3 to 1,2 g of K and 0,7 to 0,9 g of Mg kg<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> body weight. And, the net requirements for maintenance are 0,361; 0,274; 0,061 and 0,034 g day<sup>-1</sup> for Ca, P, K and Mg, respectively, for Santa Inês sheep weighing of 30 to 45 kg.

**Index terms:** diet, minerals, small ruminants.

## INTRODUÇÃO

Os elementos minerais são essenciais na dieta de ruminantes influenciando de forma marcante no seu desempenho e produtividade, atuando como co-fatores ativos na utilização de proteínas e energia. Como esses elementos não são sintetizados pelo organismo (Beede, 1991) o seu fornecimento, de forma balanceada, é de fundamental importância para os sistemas de produção animal. Pois, devido às inter-relações dos elementos inorgânicos, a deficiência ou excesso de um elemento interfere na utilização do outro, podendo promover distúrbios metabólicos como perda de peso, diarreia, anemia, desordem de pele, perda de apetite e anormalidade óssea (McDowell, 1999).

Segundo McDowell (1992), o cálcio e o fósforo constituem 70% dos minerais no corpo animal e estão presentes nos ossos e dentes. Geraseev et al. (2000) relataram que as concentrações de cálcio e fósforo corporais são reflexo, principalmente, da proporção de ossos, e gordura da carcaça; portanto, idade, raça, grupo genético, sexo, manejo alimentar e ambiente são fatores que podem influenciar na concentração desses minerais no corpo do animal.

Nos últimos anos, grandes avanços a cerca das exigências nutricionais para pequenos ruminantes tem sido relatados (Resende et al., 2008), mas a literatura mundial sobre exigências de ovinos deslanados ainda é escassa, e no Brasil são poucos os trabalhos de investigação em andamento (Silva et al., 2010). Dessa forma, é comum o uso de dietas de ovinos deslanados, baseadas em dados da literatura internacional para ovinos lanados, embora haja diferença entre suas exigências.

Considerando o aspecto reprodutivo, o peso corporal e a idade são fatores que influenciam no comportamento reprodutivo de carneiros (Pacheco et al., 2008). Souza et al. (2003) observaram que após 238 dias de idade, ovinos da raça Santa Inês, acima de 30 kg de peso corporal, já podem ser utilizados como reprodutores, no entanto, é importante se dá atenção ao estado nutricional do animal. Emsen (2005) relata que a dieta influencia diretamente nas características reprodutivas, acelerando ou retardando a entrada à puberdade e a maturidade sexual de ovinos machos. Maurya et al. (2010), por meio de análise de escore de condição corporal, verificaram efeito da nutrição no comportamento sexual, medidas testiculares, concentração de testosterona e parâmetros seminais de carneiros em regiões semiáridas, concluindo que, animais com escore de

condição corporal moderado (3,0) tiveram melhor desempenho na maioria dos parâmetros estudados do que os animais com escore de condição corporal baixo (2,5) ou alto (4,0). Portanto, é preciso conhecer as exigências nutricionais de reprodutores, uma vez que tanto a subnutrição quanto o excesso de nutrientes na dieta pode promover efeito deletério sobre as qualidades reprodutivas.

Na maioria dos casos, os cálculos para o ajuste de rações para ovinos deslanados, aqui no Brasil, tem sido baseados nas tabelas do National Research Council (NRC), do Agricultural Research Council (ARC) e Agricultural and Food Research Council (AFRC), compostas por dados obtidos em realidades diferentes.

O ARC (1980) adotou valor médio de  $11 \text{ g kg}^{-1}$  de peso corporal vazio (PCV), do conteúdo corporal de cálcio, para ovinos em crescimento, considerando que a concentração de cálcio no ganho de peso é independente do peso do animal; e sugere que o conteúdo corporal de fósforo em ovinos em crescimento é de  $6 \text{ g kg}^{-1}$  de PCV e sua deposição no ganho é constante. Já o AFRC (1991) utiliza equações com base no crescimento ósseo para estimar as exigências de cálcio e fósforo e considerou que a deposição destes elementos no corpo, decresce à medida que o animal se torna adulto. Gonzaga Neto et al. (2005), avaliando as exigências de macrominerais em ovinos deslanados, observaram redução das concentrações de cálcio e fósforo com o aumento do peso vivo, variando de 14,3 a 12,4 de cálcio por kg de peso do corpo vazio e de 8,1 a 7,2 g de fósforo por kg de peso do corpo vazio, para animais de 15 a 20 kg de peso vivo, respectivamente.

Geraseev et al. (2001), avaliando as exigências de macrominerais em ovinos deslanados, observaram que as concentrações corporais e as exigências líquidas para o ganho em K e Mg diferiram dos valores fixos propostos pelo ARC (1980). E os mesmos autores, relataram que as concentrações corporais e as exigências líquidas para esses elementos reduzem com o aumento do peso corporal de ovinos Santa Inês dos 15 kg aos 35 kg de peso corporal.

A diferença existente entre os resultados dessas pesquisas e os valores sugeridos pelos comitês internacionais, ocorre provavelmente, devido às diferenças existentes entre os sistemas de produção, as raças, os alimentos e as condições climáticas. Assim, torna-se necessário a realização de pesquisas com o objetivo de verificar as exigências minerais, voltadas às regiões específicas, utilizando animais adaptados e nas condições

dos sistemas de produção usados. Assim, é de fundamental importância o conhecimento das exigências nutricionais de macrominerais em condições brasileiras, sobretudo no semiárido, com as raças existentes e já adaptadas a essa região.

Com o desenvolvimento deste trabalho, objetivou-se determinar a composição corporal e estimar as exigências de cálcio, fósforo, potássio e magnésio em carneiros da raça Santa Inês, nas condições de Semiárido.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado, nas instalações de pequenos ruminantes do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande, localizado no município de Patos, PB, cujo clima local, é classificado como quente e seco, tendo duas estações bem definidas (seca e chuvosa), com precipitação, temperatura e umidade relativa médias anuais de 500 mm, 29 °C e 60%, respectivamente.

Foram utilizados 32 carneiros da raça Santa Inês, com peso vivo inicial médio de 30 kg, identificados, pesados e tratados contra endo e ectoparasitas. Em seguida, foram alojados em baias individuais (1,2 m<sup>2</sup>), com piso ripado suspenso, contendo comedouro e bebedouro, distribuídos em um galpão com piso de concreto e cobertura de telhas de fibrocimento.

Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos e oito repetições, e submetidos a um período de dez dias de adaptação, no qual receberam alimentação à vontade, calculada conforme a quantidade de sobras referente ao dia anterior, mantida em torno de 15%. Após o período de adaptação, oito animais foram abatidos para servir como referência para as estimativas do peso do corpo vazio (PCV) e da composição corporal dos vinte e quatro animais remanescentes.

Os tratamentos foram definidos em função do consumo da dieta experimental, sendo pré-estabelecidos da seguinte forma: TR0 = alimentação à vontade ou 0% de restrição alimentar, TR30 = 30% de restrição alimentar e TR60 = 60% de restrição alimentar, com oito animais por tratamento. À medida que os animais atingiam 30 kg de peso corporal, formaram-se grupos de três animais, sendo um dos animais para cada tratamento, dando-se início a fase experimental. Iniciada a fase experimental, o ajuste de 15% das sobras foi considerado apenas para os animais com alimentação à vontade.

A dieta (Tabela 1), formulada conforme o NRC (2007), para animais de 8 meses, com ganho de peso corporal médio de 250 g dia<sup>-1</sup> para os animais sem restrição alimentar, foi composta de 45% de volumoso e 55% de concentrado, e constituída de feno de Capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), farelo de soja, farelo de milho, calcário calcítico, fosfato bicálcico e premix mineral, ministrando diariamente, às 8h e 16h, em forma de ração completa. O fornecimento foi de 4% do peso corporal, com base na MS, para os animais do tratamento sem restrição, ajustado diariamente de forma que estes tivessem um consumo voluntário. Considerando os animais dos tratamentos com 30 e 60% de restrição, estes tiveram um fornecimento de ração baseado no consumo de MS efetuado pelos animais sem restrição alimentar, recebendo 70 e 40%, respectivamente, do consumido pelos animais do tratamento sem restrição.

Das sobras da dieta, coletou-se uma alíquota diária de 10%, formando-se amostras compostas individuais, que foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas para análises, ao final do experimento.

Para determinação do teor de nutrientes digestíveis totais da dieta experimental, foi desenvolvido um ensaio de digestibilidade, utilizando 12 carneiros do ensaio de desempenho, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, e alojados em gaiolas de metabolismo, com dispositivo para separação e coleta de urina e fezes e, livre acesso à água. Os animais foram submetidos aos mesmos tratamentos alimentar, durante um período de 12 dias, sendo sete dias de adaptação às instalações, e 5 dias de coleta de dados. Neste período, diária e individualmente, foram retiradas todas as sobras de alimento oferecido no dia anterior, 10% da quantidade total de fezes e 10% do volume de urina produzida, as quais foram mantidas em congelador (-10 °C) até o final do ensaio, quando então, foram compostas por animal, e submetidas às análises químicas pertinentes.

Para se evitar a perda de compostos nitrogenados da urina por volatilização, foi colocado 10 ml de solução de ácido clorídrico a 10N, no recipiente antes da coleta.

**Tabela 1.** Participação dos ingredientes (%) e composição química da dieta dos animais (%MS)

<b>Ingredientes</b>	<b>g/kg de matéria seca</b>
Farelo de soja	235,0
Milho moído	289,9
Feno de Capim-elefante ( <i>Pennisetum purpureum</i> )	450,0
Calcário calcítico	11,9
Fosfato bicálcico	3,2
Sal mineral comercial	10,0
<b>Composição química (g/kg)</b>	
Matéria seca	928,7
Matéria mineral	80,1
Proteína bruta	146,4
Extrato etéreo	33,9
Fibra em detergente neutro	458,4
Fibra em detergente ácido	339,6
Lignina	97,2
FDN <sub>CP</sub> <sup>1</sup>	417,9
Carboidratos Totais	726,8
Carboidratos não fibrosos	308,9
Nutrientes digestíveis totais	632,0
Cálcio	22,5
Fósforo	11,4
Potássio	13,4
Magnésio	04,1

<sup>1</sup>Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

Os animais foram pesados ao início, e a cada sete dias durante o experimento, com pesagens intermediárias, à medida que o peso corporal aproximava-se do peso pré-estabelecido para o abate. Quando, pelo menos um dos animais de cada grupo atingiu o peso corporal de abate (aproximadamente 45 kg), os três animais do grupo (um de cada tratamento) foram abatidos, após serem submetidos a jejum de sólido e líquido por 18 horas, com pesagens antes e após o jejum, para obtenção, respectivamente, do peso corporal ao abate (PCA) e do peso em jejum (PJ).

O abate foi realizado por atordoamento, seguido de sangria por aproximadamente cinco minutos, com corte da carótida e jugular. Posteriormente, foi feita a esfolagem e evisceração, seguidas de pesagens do trato gastrointestinal, bexiga e vesícula biliar, cheios e esvaziados, para obtenção do peso do corpo vazio, sendo  $PCV = PJ -$  (conteúdos do trato gastrointestinal, da bexiga e da vesícula biliar). Após pesagens, a meia carcaça direita e todos os não-componentes da carcaça do animal foram congelados e posteriormente serrados em serra de fita e moídos em moedor de carne industrial. A massa moída dos não-componentes da carcaça foi misturada proporcionalmente, à massa moída da meia carcaça e homogeneizadas. Após homogeneização, foi retirada amostra de aproximadamente 500 g e armazenada em

*freezer* à -10 °C. Posteriormente, aproximadamente 40 g de cada amostra corporal, foi liofilizada por 48 horas, processada em moinho de bola e acondicionada em recipiente hermeticamente fechado para determinação de sua composição química, quanto aos teores de matéria seca, matéria orgânica, matéria mineral e extrato etéreo, assim como, proteína bruta, cálcio, fósforo, potássio e magnésio da amostra já desengordurada.

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) da UFCG e nos Laboratório de Biocombustíveis (LACOM) e Laboratório de Química Analítica (LAQA) da UFPB, segundo metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002), Van Soest, et al. (1991) e Mertens (2002). Nas amostras da dieta, foram realizadas as análises bromatológicas conforme apresentado na Tabela 1. Para as amostras de sobras da dieta e fezes, determinou-se os teores de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral, fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN<sub>CP</sub>), cálcio, magnésio (por espectrofotometria de absorção atômica), potássio e fósforo (por colorimetria), enquanto nas amostras de urina, apenas o teor de nitrogênio total, cálcio, fósforo, potássio e magnésio.

Os teores de carboidratos totais (CHOT) e não fibrosos (CNF) foram obtidos de acordo com as seguintes fórmulas: %CHOT = 100 – (%PB + %EE + %MM), segundo Sniffen et al (1993) e %CNF = 100 – (%FDN<sub>CP</sub> + %PB + % EE + %MM), conforme Weiss (1999).

O consumo dos nutrientes foi calculado pela diferença entre a quantidade do nutriente presente nos alimentos fornecidos e sua quantidade presente nas sobras, expressando o resultado em g dia<sup>-1</sup>. A digestibilidade foi obtida segundo a equação: Digestibilidade (%) = [nutriente ingerido (g) – nutriente excretado nas fezes (g)/nutriente ingerido (g)] x 100. E os nutrientes digestíveis totais (NDT), de acordo com Weiss (1999): NDT (%) = (PBD + CNFD + FDN<sub>CP</sub>D) + (EED x 2,25). Foi considerado que 1 kg de NDT contém 4,409 Mcal de energia digestível e a energia metabolizável, 82 % da energia digestível (NRC, 1996).

Em função da concentração do mineral nas amostras do corpo animal analisadas, determinou-se a quantidade deste nutriente no corpo do animal, obtendo-se assim, equações de regressão para a composição corporal.

Para estimar o conteúdo dos minerais por quilo de peso do corpo vazio dos animais, o modelo mais adequado para explicar os dados foi o da equação alométrica

logaritmizada, preconizado pelo ARC (1980):  $\log y = a + b \cdot \log x$ , em que:  $\log y$  é o logaritmo do conteúdo total do mineral no corpo vazio em g; “a” é o intercepto; “b” é o coeficiente de regressão do conteúdo total do mineral em função do peso do corpo vazio e  $\log x$  é o logaritmo do peso do corpo vazio em kg.

Para estimar a composição do ganho de peso em minerais, utilizou-se a técnica do abate comparativo descrita pelo ARC (1980), objetivando determinar a quantidade de mineral retido no corpo do animal, pela diferença entre a quantidade presente nos animais sacrificados nos intervalos de pesos estudados, de 30 a 45 kg de peso corporal.

As exigências líquidas dos minerais para ganho de peso de corpo vazio foram obtidas derivando-se a equação alométrica logaritmizada do conteúdo corporal do mineral, em função do logaritmo do peso de corpo vazio, obtendo-se a equação:  $Y' = b \cdot 10^a \cdot x^{(b-1)}$ , em que:  $Y'$  é a exigência líquida de ganho do mineral em g; “a” é o intercepto da equação de predição do conteúdo corporal do mineral; “b” é o coeficiente de regressão da equação de predição do conteúdo corporal do mineral e “x” é o peso do corpo vazio em kg.

Para obtenção das exigências líquidas de manutenção dos minerais, utilizou-se a equação de regressão ( $y = a + b \cdot x$ ) da retenção dos minerais (y) em função do consumo (x), extrapolando-se a equação para o nível zero de consumo (Lofgreen e Garret, 1968).

A conversão das exigências líquidas para ganho e manutenção em função do peso do corpo vazio (ELPCV), em exigências líquidas para ganho e manutenção em função do peso corporal (ELPC), foi obtida utilizando-se a fórmula:  $ELPC = ELPCV / f$ , onde  $f = PC / PCV$ .

As exigências dietéticas dos minerais foram estimadas pelo método fatorial preconizado pelo ARC 1980, com base na equação  $RD = (RL/D) \cdot 100$ , em que: RD é a exigência dietética;  $RL = G + E$  (onde RL é a exigência líquida total, G é a retenção diária do elemento mineral e E equivale às perdas endógenas) e D é a disponibilidade do elemento na dieta.

A análise estatística foi realizada utilizando o procedimento PROC REG do SAS (2003), tanto na estimativa das exigências de ganho como na de manutenção.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maior ingestão de matéria seca dos ovinos sem restrição alimentar (TR0 = 1,471, TR30 = 1,005 e TR60 = 0,590 kg dia<sup>-1</sup>), refletiu no maior ganho de peso médio diário (TR0 = 247,54, TR30 = 132,83 e TR60 = 20,20 g dia<sup>-1</sup>), promovendo maior PC e PCV (p<0,05) aos animais sem restrição alimentar, seguidos dos animais com 30% e 60% de restrição (Tabela 2). Embora a matéria seca não tenha apresentado diferença significativa (p>0,05), a concentração de gordura, aumentou linearmente (p<0,05) em função do ganho em peso dos animais.

**Tabela 2.** Valores médios do peso corporal (PC), peso do corpo vazio (PCV), composição corporal em matéria seca (MS), gordura (Gord), matéria mineral (MM), cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K) e magnésio (Mg) com suas respectivas equações de regressão, coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) e probabilidade (P), para carneiros Santa Inês sob restrição alimentar

Variável	Níveis de restrição (%)			Equação de regressão	R <sup>2</sup>	Valor de P
	0	30	60			
PC (kg)	42,83	37,81	31,11	$\hat{y} = 43,11 - 0,1953NR$	0,87	0,0001
PCV (kg)	36,89	31,93	26,41	$\hat{y} = 36,98 - 0,1747NR$	0,87	0,0001
<b>Composição Corporal</b>						
MS (%)	38,14	37,04	35,75	$\hat{y} = 38,17$	-	0,0991
Gord (%)	13,80	11,19	8,14	$\hat{y} = 13,88 - 0,0945 NR$	0,81	0,0001
MM (%)	4,75	4,12	3,59	$\hat{y} = 4,73 - 0,0192 NR$	0,69	0,0001
Ca (%)	1,78	1,58	1,27	$\hat{y} = 1,80 - 0,0085NR$	0,66	0,0001
P (%)	0,95	0,84	0,69	$\hat{y} = 0,96 - 0,0043 NR$	0,62	0,0001
K (%)	0,14	0,13	0,12	$\hat{y} = 0,15 - 0,0004NR$	0,30	0,0225
Mg (%)	0,07	0,06	0,05	$\hat{y} = 0,07 - 0,0003NR$	0,58	0,0001

$\hat{y}$  = variável dependente; NR = Nível de restrição alimentar entre 0 e 60%.

De acordo com Sanz Sampelayo et al. (2003), a gordura é um constituinte corporal que está diretamente relacionado com a idade e com o peso do animal, de modo que, à medida que aumenta o peso do corpo vazio e a maturidade fisiológica se aproxima, diminui a deposição de tecido muscular e aumenta a de gordura. Os animais do presente estudo estavam com a mesma idade (12 meses) quando foram abatidos, diferindo apenas no peso corporal ao abate. Assim, acredita-se que a ingestão de matéria seca forneceu maior quantidade de nutrientes disponíveis para a deposição de gordura.

Com o aumento do ganho em peso, também foi observado aumento nas quantidades de MM, Ca, P, K e Mg no corpo do animal (p<0,05), o que pode ser

explicado pelo aporte de nutrientes, pois de acordo com Sniffen (1993), a ingestão de matéria seca tem grande importância no desempenho de ovinos e pode ser considerado determinante do aporte de nutrientes necessários para o atendimento das exigências de manutenção e ganho em peso dos animais, influenciando na composição corporal. Dessa forma, o desempenho dos ovinos, bem como as concentrações dos nutrientes em seu corpo, pode diminuir de acordo com a redução na disponibilidade dos nutrientes na dieta.

Nour e Thonney (1987) relataram que existe uma relação inversa entre as concentrações de minerais nos tecidos ósseo e comestíveis com a concentração de gordura corporal, visto que a gordura tem baixo teor de minerais. Geraseev et al. (2000), observaram que com o aumento de 12,17% para 14,43% de gordura no corpo do animal, as concentrações de Ca e P reduziram de 1,58% para 1,39% e de 0,89% para 0,75%, respectivamente, em ovinos Santa Inês dos 15 aos 25 kg de peso vivo. No entanto, os dados obtidos no presente estudo demonstraram que o aumento no percentual de gordura não foi suficiente para refletir em diluição das concentrações de Ca, P, K e Mg no corpo do animal, corroborando com Gonzaga Neto et al. (2005), que notaram comportamento semelhante em ovinos da raça Morada Nova na fase de crescimento.

Foi verificado uma redução nas concentrações dos macrominerais, de 1,78 para 1,27%, de 0,95 para 0,69%, de 0,14 para 0,12% e de 0,07 para 0,05% de Ca, P, K e Mg respectivamente, no corpo dos carneiros com 60% de restrição alimentar. A redução de K pode ser explicada pela diminuição no crescimento do tecido muscular e consequente redução na expansão da pele dos animais com restrição alimentar, visto que 2/3 do K corporal estão presentes no tecido muscular e pele (McDowell, 1992). Já a redução nas concentrações de Ca, P e Mg, podem ser explicada por uma provável diminuição no crescimento do tecido ósseo, considerando que esses elementos encontram-se, em sua maioria, nesse tecido (McDowell, 1992). Sugerindo assim, que os animais apresentaram um crescimento no tecido ósseo, independente do aumento de gordura corporal.

Geraseev et al. (2000) observaram, em ovinos de 15 aos 25 kg de PC, redução nas concentrações de K e Mg ao passo que se elevou o teor de gordura corporal. No entanto, o ARC (1980), considera que a concentração desses minerais é constante, e estima os valores de concentrações corporais em 1,8 g de K e 0,41 g de Mg kg<sup>-1</sup> de PCV.

Baseando-se no aumento em ganho de peso, no aumento na proporção de gordura, matéria mineral, Ca, P, K e Mg no corpo vazio, observa-se que esses animais ainda estavam na fase de ascensão da curva de crescimento, contudo, também atingiram uma maturidade reprodutiva.

A relação média de Ca:P encontrada neste trabalho para ovinos Santa Inês dos 30 aos 45 kg de PC foi de 1,86. Este resultado está próximo aos valores de 1,80 e 1,76 preconizados pelo ARC (1980) e AFRC (1991), respectivamente.

A partir dos valores de PC, PCV e quantidades de Ca, P, K e Mg no corpo dos carneiros estudados, foram determinadas equações de regressão para estimar o PCV em função do peso corporal, e para estimar as quantidades de Ca, P, K e Mg presentes no corpo vazio em função do PCV para carneiros da raça Santa Inês dos 30 aos 45 kg de peso vivo (Tabela 3).

**Tabela 3.** Equações de regressão para o peso do corpo vazio (PCV) em função do peso corporal (PC), e do logaritmo da quantidade de cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K) e magnésio (Mg) em função do logaritmo do PCV de carneiros Santa Inês, sob restrição alimentar

Variável	Equação de regressão	R <sup>2</sup>	Valor P
PCV (kg)	$PCV = - 1,263 + 0,885 \cdot PC$	0,97	0,0001
Ca (g)	$\log Ca = 0,726 + 1,347 \cdot \log PCV$	0,83	0,0001
P (g)	$\log P = 0,954 + 1,024 \cdot \log PCV$	0,72	0,0001
K (g)	$\log K = 0,2384 + 0,9642 \cdot \log PCV$	0,57	0,0009
Mg (g)	$\log Mg = -0,8426 + 1,4472 \cdot \log PCV$	0,71	0,0001

Os coeficientes de determinação obtidos apresentaram bom ajustamento das equações ( $p < 0,05$ ), sendo estas utilizadas para estimar os conteúdos corporais de Ca, P, K e Mg em função do PCV (Tabela 4).

Para o ARC (1980), a concentração de minerais no conteúdo corporal é constante e independente do aumento em peso vivo, preconizando os valores de 11,0 g de Ca e 6,0 g de P por kg de PCV. No entanto, os resultados encontrados nesta pesquisa, indicam acréscimo no conteúdo corporal em Ca e P por unidade de peso ( $g \cdot kg^{-1} \cdot PCV$ ) com o aumento do PCV, apresentando valores médios de 17,65 g de Ca e 9,77 g de P por kg de PCV, para carneiros da raça Santa Inês dos 30 aos 45 kg de peso vivo, sendo 60,5% e 62,8% superiores, respectivamente, aos apresentados pelo ARC (1980).

Os valores estimados da concentração corporal de K dos ovinos Santa Inês de 30 a 45 kg de PC, apresentaram uma pequena redução em função do PC, indo de 1,54 para

1,52 g kg<sup>-1</sup> de PCV. De acordo com o que frequentemente, é encontrado na literatura (AFRC, 1991; Gerassev et al., 2000; Pérez et al., 2001; Gonzaga Neto et al., 2005), esse comportamento é normal, pois a medida que o animal aumenta de peso corporal, há um decréscimo da participação dos minerais no corpo vazio, seguido de concomitante acréscimo do tecido adiposo. No entanto, Nóbrega et al. (2009), verificaram um aumento na concentração de minerais em caprinos de 15 a 30 kg de PC em pastagem, comportamento semelhante foi observado para Ca, P e Mg no presente estudo.

Assim como ocorreu com a composição corporal, os valores estimados da concentração corporal de Ca, P e Mg dos carneiros Santa Inês, também aumentaram em função do PCV, aumentando de 16,33 para 18,90 g kg<sup>-1</sup>, de 9,72 para 9,82 g kg<sup>-1</sup> e de 0,61 para 0,74 g kg<sup>-1</sup> de corpo vazio, respectivamente, entre 30 e 45 kg de PC.

**Tabela 4.** Estimativa da concentração de cálcio, fósforo, potássio e magnésio em função do peso do corpo vazio (PCV), em carneiros Santa Inês sob restrição alimentar

Peso Corporal (kg)	PCV (kg)	Cálcio (g/kg)	Fósforo (g/kg)	Potássio (g/kg)	Magnésio (g/kg)
30	25,30	16,33	9,72	1,54	0,61
35	29,73	17,27	9,76	1,53	0,65
40	34,15	18,12	9,79	1,53	0,70
45	38,58	18,90	9,82	1,52	0,74

Considerando que 99% do conteúdo de Ca, 80% do conteúdo de P e 70% do conteúdo de Mg no corpo do animal estão presentes nos ossos (Pérez et al., 2001 e McDowell, 1992) pode-se dizer que a proporção de ossos na carcaça reflete sobre as diferenças nas concentrações de Ca, P e Mg corporais. Dessa forma, é possível explicar o comportamento crescente na estimativa da composição corporal desses elementos, por um provável aumento no tecido ósseo dos carneiros estudados nesse experimento, independente de uma maior deposição de gordura, dos 30 aos 45 kg de PC.

Importante se faz ressaltar, que os valores de composição corporal propostos pelo ARC (1980), AFRC (1991) e NRC (2007) não devem simplesmente serem extrapolados, principalmente no caso de ovinos deslanados em regiões semiáridas, pois essa composição pode variar em função da idade, raça, grupo genético, sexo, manejo alimentar e em condições climáticas as quais o animal encontra-se submetido.

Para a predição da composição do ganho em Ca, P, K e Mg, foram derivadas as equações de estimativa da composição (Tabela 4), através das quais se obteve as equações de conteúdo de Ca e P depositados por kg de ganho em PCV (Tabela 5).

**Tabela 5.** Equações de predição para o ganho de cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K) e magnésio (Mg) em função do peso de corpo vazio (PCV) de carneiros Santa Inês dos 30 aos 45 kg de peso corporal

Mineral	Equação
Ca (g)	$Ca = 7,1718 \cdot PCV^{0,3475}$
P (g)	$P = 9,1881 \cdot PCV^{0,0217}$
K (g)	$K = 1,6694 \cdot PCV^{-0,0358}$
Mg (g)	$Mg = 0,2079 \cdot PCV^{0,4472}$

A partir das equações apresentadas na Tabela 5, foi possível estimar as quantidades de Ca, P, K e Mg para ganho em PCV (Tabela 6) de carneiros Santa Inês dos 30 aos 45 kg de peso corporal.

As concentrações de Ca, P, K e Mg no ganho de PCV variaram de 22,04 a 25,52, de 9,86 a 9,95, de 1,49 a 1,46 e de 0,88 a 1,06 g kg<sup>-1</sup> de ganho de PCV, respectivamente. Tendo em vista que a composição corporal reflete sobre as quantidades de Ca, P, K e Mg no ganho de PCV, os valores aqui encontrados para a composição do ganho, diferiram dos valores preconizados pelo ARC (1980), que apresenta valores fixos, independente do crescimento do animal.

**Tabela 6.** Quantidades de cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K) e magnésio (Mg) depositados por kg de ganho em peso de corpo vazio (PCV), em carneiros Santa Inês de 30 a 45 kg de peso corporal

Peso corporal (kg)	PCV (kg)	Ca (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	Mg (g/kg)
30	25,30	22,04	9,86	1,49	0,88
35	29,73	23,31	9,89	1,48	0,95
40	34,15	24,46	9,92	1,47	1,01
45	38,58	25,52	9,95	1,46	1,06

Os valores de concentrações de Ca e P no ganho de PCV dos animais em estudo, foram superiores aos reportados por Pérez et al. (2001) para ovinos Santa Inês de 25 a 30 kg de PCV, variando de 11,24 a 10,87 g kg<sup>-1</sup> de PCV para Ca e de 4,97 a 4,76 g kg<sup>-1</sup> de PCV para P. Considerando as concentrações de K e Mg no ganho de PCV, esses foram semelhantes e superiores respectivamente, aos reportados por Baião et al. (2003)

para ovinos Santa Inês de 30 a 45 kg de PCV, variando de 1,43 a 1,33 g kg<sup>-1</sup> de PCV para K e de 0,47 a 0,44 g kg<sup>-1</sup> de PCV para Mg.

Da mesma forma que para a composição corporal, as diferenças nas quantidades do ganho de Ca, P e Mg, são reflexos, principalmente, da proporção do tecido ósseo na carcaça. Assim, o crescente aumento no ganho desses macrominerais pode ser justificado por um provável crescimento no tecido ósseo dos carneiros em estudo, independente da deposição de gordura corporal.

As exigências líquidas de Ca, P, K e Mg para ganho de PC (Tabela 7) foram calculadas, dividindo-se as exigências líquidas para o ganho em PCV pelo fator 1,18, calculado a partir da razão entre o PC e o PCV, valor próximo ao recomendado pelo ARC (1980) de 1,10.

Foi observado um aumento nas exigências líquidas para ganho de Ca, P e Mg em carneiros Santa Inês dos 30 aos 45 kg de PC, corroborando com o NRC (2007), que considera crescente a concentração de Ca, P e Mg durante o crescimento do animal. Entretanto, os valores encontrados nesse trabalho, para Ca e P foram respectivamente, 3,0% e 42,1% inferiores aos recomendados por esse comitê, para ovinos com peso corporal de 30 kg apresentando uma taxa de ganho de 200 g dia<sup>-1</sup>.

Para exigência líquida de ganho, o AFRC (1991) recomenda 2,3 g de Ca dia<sup>-1</sup> e 1,9 g de P dia<sup>-1</sup>, para ovinos de 30 kg de PC, e ganho de 200 g dia<sup>-1</sup>, esses valores são superiores em 18,7% e 55%, respectivamente, aos estimados neste trabalho.

Para as exigências em Mg, foi observado valores 41,4%, 48,7%, 54,4% e 54,4% superiores aos sugeridos pelo ARC (1980), para ovinos de 30, 35, 40 e 45 kg de PC, respectivamente.

Comparando as exigências líquidas de K obtidas nesta pesquisa com os valores preconizados pelo ARC (1980), verificou-se que essas são 27,7% inferiores para ovinos de 30, 35 e 40 kg de PC e 33,3% inferiores para ovinos de 45 kg de PC, daqueles reportados pelo ARC (1980).

É importante ressaltar que a composição corporal e conseqüentemente, as exigências de Ca, P, K e Mg podem variar, dentre outros fatores, em função da proporção de tecido ósseo, músculo e gordura corporal, então qualquer fator que afete essas proporções, vai refletir sobre suas exigências no animal.

Dessa forma, os valores de exigências de ganho preconizados pelos comitês internacionais como ARC, NRC e AFRC devem ser adotados com certas restrições, visto que esses foram estabelecidos com animais, sistemas e condições ambientais diferentes das realidades brasileiras.

**Tabela 7.** Estimativas de exigências líquidas de cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K) e magnésio (Mg) para ganho de peso corporal (PC), em g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, de carneiros da raça Santa Inês dos 30 aos 45 kg de peso corporal

PC (kg)	GPMD (g)	Exigência líquida (g dia <sup>-1</sup> )			
		Ca	P	K	Mg
30	100	1,87	0,84	0,13	0,07
	150	2,81	1,26	0,19	0,11
	200	3,75	1,68	0,25	0,15
	250	4,68	2,09	0,32	0,19
35	100	1,98	0,84	0,13	0,08
	150	2,97	1,26	0,19	0,12
	200	3,96	1,68	0,25	0,16
	250	4,95	2,10	0,31	0,20
40	100	2,08	0,84	0,13	0,09
	150	3,12	1,26	0,19	0,13
	200	4,16	1,69	0,25	0,17
	250	5,20	2,11	0,31	0,21
45	100	2,17	0,85	0,12	0,09
	150	3,25	1,27	0,19	0,14
	200	4,34	1,69	0,25	0,18
	250	5,42	2,11	0,31	0,23

Considerando animais com peso corporal de 30 e 35 kg, apresentando um ganho de 200 g dia<sup>-1</sup>, observou-se que as exigências líquidas de Ca foram superiores em 46,13% e 50,40%, respectivamente, às exigências recomendadas por Pérez et al. (2001) para ovinos Santa Inês. Da mesma forma, comparando animais com PC de 30 e 45 kg, com ganho de 200 g dia<sup>-1</sup>, observou-se que as exigências líquidas de K e Mg dos animais do presente trabalho, foram 8,0% e 16,0%, respectivamente para K, e 50,0% e 60,0% respectivamente, para Mg, superiores às exigências recomendadas por Baião et al. (2003) para ovinos Santa Inês. O aumento da diferença nas exigências de Ca, K e Mg para o ganho, entre os trabalhos apresentados, à medida que aumenta o PC dos animais, acontece porque esses autores consideraram que ocorre uma diminuição nas quantidades desses minerais por unidade de ganho de peso vivo, à medida que aumenta o PC do animal.

Avaliando os resultados dos conteúdos inicial e final e a retenção dos macrominerais analisados (Tabela 8), pode-se perceber a influência ( $p < 0,05$ ) da dieta na

retenção dos mesmos, de forma que os animais que tiveram maior disponibilidade de alimento e conseqüentemente, maior ingestão de matéria seca, apresentaram maior conteúdo final e maior retenção de Ca, P, K e Mg no corpo.

**Tabela 8.** Valores médios do conteúdo corporal inicial e final, e retenção de cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), magnésio (Mg) e respectivas equações de regressão, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e probabilidade (P), em carneiros Santa Inês sob restrição alimentar

Conteúdo corporal	Níveis de restrição (%)			Equação de regressão	$R^2$	Valor P
	0	30	60			
<b>Cálcio</b>						
Conteúdo inicial (g)	358,04	357,43	355,88	$\hat{y} = 356,03$	-	0,2255
Conteúdo final (g)	681,49	588,01	453,16	$\hat{y} = 688,38 - 3,8055NR$	0,64	0,0001
Retenção corporal (g)	325,61	230,57	95,11	$\hat{y} = 332,34 - 3,8415NR$	0,64	0,0001
<b>Fósforo</b>						
Conteúdo inicial (g)	224,03	222,67	217,73	$\hat{y} = 224,63$	-	0,5146
Conteúdo final (g)	365,48	314,67	248,19	$\hat{y} = 368,09 - 1,9547NR$	0,50	0,0001
Retenção corporal (g)	141,45	92,00	30,46	$\hat{y} = 143,46 - 1,8497NR$	0,41	0,0007
<b>Potássio</b>						
Conteúdo inicial (g)	36,17	35,91	35,02	$\hat{y} = 36,28$	-	0,5093
Conteúdo final (g)	55,12	50,50	41,47	$\hat{y} = 55,86 - 0,2276NR$	0,31	0,0049
Retenção corporal (g)	18,95	14,58	6,44	$\hat{y} = 19,58 - 0,2084NR$	0,31	0,0048
<b>Magnésio</b>						
Conteúdo inicial (g)	10,99	10,87	10,54	$\hat{y} = 11,01$	-	0,5040
Conteúdo final (g)	26,78	22,01	18,07	$\hat{y} = 26,6395 - 0,1450NR$	0,51	0,0001
Retenção corporal (g)	15,79	11,14	7,52	$\hat{y} = 15,6214 - 0,1378NR$	0,43	0,0005

$\hat{y}$  = variável dependente; NR = Nível de restrição alimentar entre 0 e 60%.

As exigências líquidas de Ca, P, K e Mg para manutenção foram estimadas como sendo o intercepto negativo entre o consumo do mineral ( $g\ dia^{-1}$ ) em função da retenção diária do mineral no corpo do animal ( $g\ dia^{-1}$ ), representando as perdas endógenas do elemento nas fezes, urina e retidas no pelo. Obteve-se então, as seguintes equações: para cálcio (g/dia),  $Ca\ retido = - 0,3618 + 0,1753 \cdot Ca\ ingerido$  ( $R^2 = 0,69$ ); para fósforo (g/dia),  $P\ retido = 0,2745 + 0,1105 \cdot P\ ingerido$  ( $R^2 = 0,60$ ); para potássio (g/dia),  $K\ retido = 0,0607 + 0,021 \cdot K\ ingerido$  ( $R^2 = 0,58$ ); e para magnésio (g/dia),  $Mg\ retido = 0,0337 + 0,0382 \cdot Mg\ ingerido$  ( $R^2 = 0,84$ ). Os valores dos coeficientes de determinação encontrados foram significativos ( $p < 0,01$ ) e mostram que as equações foram bem ajustadas, com baixa dispersão dos dados em torno da linha de regressão.

Considerando o nível zero de ingestão, seguindo a metodologia descrita por Lofgreen e Garret (1968), as exigências líquidas de manutenção para Ca, P, K e Mg

encontradas para carneiros de 30 a 45 kg de PC, foram de 362 mg de Ca dia<sup>-1</sup>, 274 mg de P dia<sup>-1</sup>, 61 mg de K dia<sup>-1</sup> e 34 mg de Mg dia<sup>-1</sup>.

Os valores de exigência líquida de manutenção de Ca e P para ovinos Santa Inês de 30 kg de PC foram menores que os reportados por Pérez et al. (2001) e Cabral et al. (2008) de 560 mg de Ca dia<sup>-1</sup> e 490 mg de P dia<sup>-1</sup> e, 480 mg de Ca dia<sup>-1</sup> e 420 mg de P dia<sup>-1</sup>, respectivamente. Contudo encontram-se dentro da faixa de valores estimados pelo ARC (1980). É importante ressaltar que, apesar de ser utilizado a mesma raça pelos autores citados anteriormente, essas diferenças na exigência de manutenção, ocorrem por que os estudos foram realizados em condições diferentes entre si.

O NRC (2007) estima as exigências de manutenção para ovinos em 16,0 mg kg<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para Ca e 20,0 mg kg<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para P, valores superiores aos observados na presente pesquisa para ovinos Santa Inês dos 30 aos 45 kg de PC. Essas diferenças podem ser explicadas pelo fato de que o NRC estima as exigências nutricionais com base em animais, raças, sistemas de criação, alimentação e ambientes, distintos dos utilizados no presente estudo, o que influencia nos níveis de retenção dos minerais no corpo do animal.

Carvalho et al. (2003), reportaram que as perdas endógenas de P são influenciadas pela sua ingestão na dieta e quantidades absorvidas. Louvandini et al. (2008), avaliando a cinética de fósforo em ovinos Santa Inês, recebendo diferentes níveis de P na dieta, relataram valor de exigência de manutenção de 880 mg de P dia<sup>-1</sup>. Os autores observaram ainda, que a partir de 880 mg de P ingerida por dia, foi detectado aumento nas perdas endógenas e excreções fecais, demonstrando assim, que quando se superestima os requerimentos dos animais, o excesso é excretado no ambiente. Considerando que os minerais além de apresentar um custo para a produção, podem promover impacto ambiental, em especial o P, determinar suas exigências adequadas para cada realidade em que o animal esteja submetido é de fundamental importância para a viabilidade do sistema de produção e harmonia com o meio ambiente.

Nesta pesquisa foi observado um aumento nas exigências de Ca, P e Mg por unidade de ganho em peso e com o aumento no peso corporal, o que pode estar associado ao fato dos animais apresentarem ainda um crescimento do tecido ósseo, independente do aumento nos teores de gordura corporal, e que esse aumento não foi suficiente para promover redução no percentual de minerais no corpo do animal. Deve-

se ressaltar também que, de acordo com o ARC (1980), a absorção de P varia com a idade do animal, sendo observado redução na eficiência de absorção desse mineral apenas, a partir de 14 meses de idade, ao passo que os animais utilizados nesse trabalho estavam com uma idade aproximada de 10 a 12 meses.

Tendo em vista que a disponibilidade dos minerais pode variar de acordo com o tipo de alimento, sugere-se que as exigências líquidas sejam transformadas em exigências dietéticas, levando em consideração a dieta fornecida ao animal.

### CONCLUSÕES

Os valores de composição corporal em cálcio variaram de 22,04 a 25,52 g kg<sup>-1</sup> de PCV; em fósforo, de 9,86 a 9,95 g kg<sup>-1</sup> de PCV; em potássio, de 1,49 a 1,46 g kg<sup>-1</sup> de PCV; e em magnésio, de 0,88 a 1,06 g kg<sup>-1</sup> de PCV em carneiros da raça Santa Inês de 30 a 45 kg de PC.

As exigências líquidas de Ca e P para o ganho variaram de 18,7 a 21,7 g de Ca; de 8,4 a 8,5 g de P; de 1,3 a 1,2 g de K; e de 0,7 a 0,9 g de Mg kg<sup>-1</sup> de PC dia<sup>-1</sup>, para carneiros da raça Santa Inês dos 30 aos 45 kg de PC.

As exigências líquidas de manutenção para carneiros Santa Inês com peso corporal de 30 a 45 kg são de 0,361 g de Ca dia<sup>-1</sup>; de 0,274 g de P dia<sup>-1</sup>; de 0,061 g de K dia<sup>-1</sup>; e de 0,034 g de Mg dia<sup>-1</sup>.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International, 1993. 159p.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirement of ruminant livestock**. Technical review. London: Agricultural Research Council Working Party, 1980. 351p.
- BEEDE, D. K. Mineral and water nutrition in dairy nutrition management. **Veterinary Clinics of North America**, Food Animal Practice, Philadelphia, v.7, n.2, p.373-390, 1991.
- CABRAL, P. K. A.; SILVA A. M. A.; SANTOS, E. M. J.; MARQUES, K. B.; GONZAGA NETO, S.; PEREIRA FILHO, J.M., 2008. Composição corporal e exigências nutricionais em cálcio e fósforo de cordeiros Santa Inês em pastejo no semi-árido. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. 30, 59-65.
- CARVALHO, F. A. N.; BARBOSA, F. A.; McDOWELL, L. R. Perdas endógenas e exigência de fósforo para manutenção de cabritos Saanen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p. 411-419, 2003.
- EMSEN, E. Testicular development and body weight gain from birth to 1 year of age of Awassi and Redkaraman sheep and their reciprocal crosses. **Small Ruminant Research**, v. 59, p. 79-82, 2005.
- GERASEEV, L. C.; PÉREZ, J. R. O.; RESENDE, K.T. de; SILVA FILHO, J. C. de; BONAGURIO, S. Composição corporal e exigência nutricionais em cálcio e fósforo para ganho e manutenção de cordeiros Santa Inês dos 15 aos 25kg de peso vivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.261-268, 2000.
- GONZAGA NETO, S.; SILVA SOBRINHO, A. G.; RESENDE, K. T.; ZEOLA, N. M. B. L.; SILVA, A. M. A.; MARQUES, C. A. T.; ROMBOLA, L. G. Composição corporal e exigências nutricionais de macrominerais para cordeiros Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p. 2133- 2142, 2005.
- LOFGREEN, G. P. E GARRET, W.N. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**. 27, 793-806, 1968.

- LOUVANDINI, H.; VITTI, D. M. S. S.; ABDALLA, A. L.; McMANUS, C. M., 2008. Phosphorus kinetics in growing hair sheep. **Small Ruminant Research**. 76, 183-189.
- MAURYA V. P.; SEJIAN, V.; KUMAR, D.; NAQVI, M. K. Effect of induced body condition score differences on sexual behavior, scrotal measurements, semen attributes and endocrine responses in Malpura rams under hot semi-arid environment. **J Anim Physiol Anim Nutr**, v.94, p.e308-e317, 2010.
- McDOWELL, L. R. **Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais: enfatizando o Brasil**. Gainesville: Universidade da Flórida, 1999. p. 93.
- McDOWELL, L.R. **minerals in animal and human nutrition**. San Diego: Academic Press, 1992. 254p.
- MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feeds with refluxing beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirement of small ruminants: Sheep, goats, cervids and new camelids**. Washington: National Academy Press, 2007. 384p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242p.
- Nóbrega, G. H.; Silva, A. M. A.; Pereira Filho, J. M.; Azevedo, S.A.; Silva, G. L. S.; Alcalde, C. R., 2009. Composição corporal e exigências de macrominerais para ganho de peso de caprinos em pastejo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v.31, 69-75.
- NOUR, A. Y. M.; THONNEY, M. L. Carcass, soft tissue and bone composition of early and late maturing steers fed two diets in two housing types and serially slaughtered a wide weight range. **Journal of Agricultural Science, Cambridge**, Grã-Bretanha, v. 109, n. 3, p. 345-355, 1987.
- PACHECO, A.; QUIRINO, C. R.; OLIVEIRA, A. de F. M. Avaliação do comportamento sexual de ovinos jovens da raça Santa Inês, com e sem experiência prévia com fêmeas. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**. v. 17, n. 1, p. 15-24, 2008.

- PÉREZ, J. R. O.; GERASEEV, L. C.; SANTOS, C. L.; TEIXEIRA, J. C.; BONAGURIO, S. Composição corporal e exigências nutricionais de cálcio e fósforo de cordeiros Santa Inês em crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n.5, p. 815-822, 2001.
- RESENDE, K. T. de; SILVA, H. G. O.; LIMA, L. D.; TEIXEIRA, I. A. M. A. Avaliação das exigências nutricionais de pequenos ruminantes pelos sistemas de alimentação recentemente publicados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, suplemento especial, p.261-268, 2008.
- SANZ SAMPELAYO, M. R.; ALLEGRETTI, L.; GIL EXTREMER, F. Growth, body composition and energy utilization in pre-ruminant goat kids. Effect of dry matter concentration in the milk replacer and animal age. **Small Ruminant Research**, v.49, n.1, p.61-67, 2003.
- SILVA, A.M.A.; SANTOS, E.M.J. dos; PEREIRA FILHO, J.M. TRINDADE, IACM.; CABRAL, P.K.A. Body composition and nutritional requirements of protein and energy for body weight gain of lambs browsing in a tropical semiarid region. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.210-216, 2010.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 235 pag. 2002.
- SNIFFEN, C.; BEVERLY, R. W.; MOONEY, C. S.; et al. Nutrient requirement versus supply in dairy cow: strategies to account for variability. **Journal of Animal Science**, v.76, n.10, p.3160-3178, 1993.
- SOUZA C. E. A., MOURA A. A., ARAÚJO A. A., LIMA A. C. B. Estudo das interações entre o desenvolvimento gonadal, produção espermática, concentrações de testosterona e aspectos ligados à puberdade em carneiros Santa Inês ao longo do primeiro ano de vida. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 27, n.2, 2003.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **User's guide to statistics**. Versão 9. Nort Carolina: SAS Institute, 2003.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pesquisas que buscam determinar as exigências nutricionais de ovinos são de grande valia para a melhoria do desempenho produtivo do rebanho, e devem ser conduzidas o mais próximo possível das realidades em que os animais são explorados. Assim, considerando a diversidade das condições existentes no Brasil, quanto à espécie, raça, categoria, disponibilidade e qualidade dos alimentos, bem como as peculiaridades edafo-climáticas, o estudo de exigências nutricionais de ovinos já adaptados como a raça Santa Inês, na categoria de Reprodutor, vem contribuir para a geração de informações que possibilitem melhorar o desempenho dos animais por meio da implantação de um melhor manejo nutricional.

Considerando a sazonalidade na disponibilidade de forragens na maioria das propriedades rurais de regiões semiáridas, o uso da restrição alimentar permitiu inferir que, o nível de restrição de 30% pode ser utilizado, sem causar maiores gravames ao rebanho ovino, com a possibilidade de ampliar o tempo de oferta de alimentos em períodos de escassez, melhorando o gerenciamento da produção.

Além disso, reduzir-se-ia os gastos com alimentação excessiva em categorias de animais que não estivessem em produção como, ovelhas secas, reprodutores e animais que já atingiram o peso de abate, minimizando o acúmulo excessivo de gordura visceral a qual, é considerada como um desperdício que não agrega nenhum peso à carcaça, porém, afeta a eficiência do animal em converter alimento, sendo inevitável o seu acúmulo quando o animal avança no grau de maturidade. Ressalta-se ainda que, considerando-se que a gordura interna não é aproveitada para consumo humano, há desperdício de energia. Dessa forma é necessário ponderar até que ponto a gordura é interessante na carcaça do animal, pois em grande quantidade trará prejuízos ao produtor.

Sabendo que esse fato é uma realidade no Nordeste, devem ser buscados níveis alimentares que não afetem o rendimento de carcaça dos animais, mas sejam economicamente viáveis do ponto de vista técnico e biológico. Isto significa a utilização racional de estratégias que reduzam os custos, sem afetar o desempenho dos animais, como também que tornem-se fundamentais para a manutenção do peso e da

produção do rebanho, em períodos críticos de estiagem. Neste caso, a utilização de níveis de restrição (respeitando as condições fisiológicas das categorias animais), pode ser decisivo para ampliar o período de alimentação do rebanho, sem demandar custos extras com aquisição de alimentos.

Considerando os cortes comerciais utilizados no presente trabalho, pode-se dizer que apresentaram pesos que permitem uma boa manipulação, comercialização e aplicação culinária. Assim, sugere-se que para carcaças com pesos entre 15 a 22 kg, de ovinos Santa Inês, sejam feitos os seguintes cortes: pescoço, paleta, costilhar, lombo e perna.

Quanto às exigências de macrominerais avaliadas, as equações geradas com esta pesquisa, apresentaram bons ajustamentos para as estimativas da composição corporal e exigências de macrominerais para carneiros da raça Santa Inês. Dessa forma, essas informações poderão auxiliar em estudos futuros sobre exigências em minerais de carneiros, servindo também, como uma sugestão inicial para o ajuste de dietas para carneiros da raça Santa Inês nos sistemas de produção adotados no Nordeste. Contudo, faz-se necessário o desenvolvimento de novas pesquisas para melhor caracterização das exigências nutricionais em macrominerais de carneiros dessa raça.

Acredita-se que os dados obtidos com esta pesquisa, juntamente com pesquisas já realizadas e futuros resultados, auxiliarão no manejo alimentar de ovinos em regiões semiáridas, bem como na confecção de uma tabela brasileira de exigências nutricionais voltada para as condições tropicais.